



PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) CATEGORÍA III

INFORME DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE EFECTOS AMBIENTALES: ECOSISTEMA MARINO COSTERO

Compromisos de EsIA Aplicables	Periodo reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13107 13217 13234	Noviembre 2021	ENVIROMENTAL ENGINEERING SCIENCE INTERNATIONAL	15/02/2022





PRESENTACIÓN

La empresa MINERA PANAMÁ ha encargado a la consultora ambiental independiente EES INTERNATIONAL, SA, el monitoreo de los ecosistemas marino-costeros en el mes de noviembre de 2021 frente al puerto de Punta Rincón propiedad de Minera Panamá.

Ciudad de Panamá, 15 de febrero de 2022

Rev. N°	Motivo modificación	Revisado	Fecha entrega
1	Edición original	Licdo. Carlos Vega	15-02-2022

N° PEDIDO: MINERA PANAMA 1824-603208

AMBITO DE LA INSPECCION: REGLAMENTARIO. NO SE HA OMITIDO NINGUN ASPECTO DEL AMBITO ORIGINAL DEL TRABAJO.

IDENTIFICACION DEL ITEM INSPECCIONADO: AGUA, SEDIMENTO Y BIOTA DE MEDIO MARINO LITORAL.

CONDICIONES GENERALES: EL CONTENIDO DEL PRESENTE INFORME SE HA AJUSTADO A LO ESTABLECIDO EN LAS NORMA ISO/IEC 17020 Y/O ISO 9001. LOS ANALISIS EN EL LABORATORIO LO HA REALIZADO UN LABORATORIOS EXTERNOS ACREDITADO EN LA NORMA INTERNACIONAL UNE/EN/ISO 17025. EES INTERNATIONAL, SA NO SE HACE RESPONSABLE DE LOS RESULTADOS ANALÍTICOS EMITIDOS POR EL LABORATORIO EXTERNO CONTRATADO POR MINERA PANAMÁ.

LA INSPECCION Y MUESTREO SE HA REALIZADO SEGÚN ESPECIFICACIONES RECOGIDAS EN LAS INSTRUCCIONES DEL SGC DE EES INTERNATIONAL, SA, CON REGISTROS PRIMARIOS DE LAS MEDIDAS IN SITU INCLUIDOS EN EL CUADERNO DE CAMPO DEL EQUIPO.

- 1) El presente informe es copia fiel del original que mantiene EES INTERNATIONAL, SA
- 2) Los resultados obtenidos sólo afectan a las muestras ensayadas.
- 3) El presente informe no debe ser reproducido ni total ni parcialmente sin la autorización expresa de EES INTERNATIONAL, SA o MINERA PANAMÁ.

LOS RESULTADOS DE LA PRESENTE INSPECCION SE REFIEREN EXCLUSIVAMENTE AL PEDIDO REALIZADO. TODAS LAS FOTOGRAFÍAS, CUADROS, FIGURAS, ETC DEL PRESENTE INFORME SON ORIGINALES Y SE CORRESPONDEN CON LAS FECHAS DE LOS MONITOREOS Y ESTÁN A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE Y SUS AUTORIZADOS.

DESIGNACION DEL DOCUMENTO: ESTUDIO ECOSISTEMAS MARINO-COSTEROS INFORME MONITOREO NOVIEMBRE 2021 150222

IDENTIFICACION DE LA VERSIÓN DEL DOCUMENTO: 150222

NOTA SOBRE UNIDADES DE MEDIDA: EN DICIEMBRE DE 2007 SE APRUEBA EN PANAMÁ LA LEY 52 QUE ESTABLECE COMO SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES EL SISTEMA INTERNACIONAL (SIU). POR CONSIGUIENTE, TODAS LAS UNIDADES DE ESTE INFORME VIENEN REFERIDAS AL SIU.



ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO

1.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2.	<u>OBJETIVOS DE LA CONSULTORÍA</u>	3
3.	<u>METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS</u>	4
3.1.	Sitios de muestreo y actividades realizadas	4
3.2.	Metodología para el estudio de la calidad del agua marina	7
3.3.	Metodología para el estudio de metales pesados en sedimentos y biota.....	7
3.4.	Monitoreo de hábitats rocosos (comunidades de fondos duros)	8
3.5.	Monitoreo de biología marina (comunidades de fondos blandos y peces)	10
3.6.	Monitoreo de rompeolas	11
4.	<u>RESULTADOS MARINO-COSTEROS</u>	14
4.1.	Calidad de aguas.....	14
4.2.	Calidad de sedimentos	20
4.3.	Análisis de metales pesados en pez león	28
4.4.	Hábitats de fondos duros	29
4.5.	Hábitats de fondos blandos	44
4.6.	Estudio de la comunidad de peces	53
5.	<u>RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL ROMPEOLAS</u>	61
5.1.	Estudio de fondos duros	61
5.2.	Estudio de la comunidad de peces	63
6.	<u>RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ICTIOPLANCTON EN EL INTAKE</u>	66
7.	<u>ANÁLISIS DE INDICADORES AMBIENTALES</u>	68
8.	<u>ESTADO ECOLÓGICO</u>	71
8.1.	Justificación.....	71
8.2.	Metodología.....	71
8.3.	Resultados. Valoración del estado ecológico marino-costero	75
9.	<u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u>	78
10.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	86

ANEXO 1. INFORMES DE ENSAYO DE ANÁLISIS DE AGUA, SEDIMENTOS Y BIOTA



RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo principal de la presente consultoría es continuar con el Plan de Monitoreo de Ecosistemas Marino-Costeros iniciado en el año 2015, mediante un Programa de Monitoreo de Efectos Ambientales (EEM por sus siglas en inglés) dirigido a asegurar que los controles ambientales y otras medidas de mitigación sean efectivas para la protección de la viabilidad de los ecosistemas marinos en el entorno de las operaciones de la mina y el puerto.

De esta forma, se ha continuado con la aplicación de los índices e indicadores ambientales establecidos en el Plan, centrando los trabajos en este monitoreo semestral del mes de noviembre del año 2021 durante los días 23 al 27 de noviembre de 2021 en la zona de Punta Rincón en el Proyecto Mina de Cobre Panamá en los indicadores biológicos (bentos de fondos duros y blandos y peces) y estudios de calidad de agua, sedimentos y biota, con el fin de conocer cómo evolucionan en el tiempo desde el año 2015 (considerada la línea base) y su grado de afectación por las actividades de la mina y el puerto.

Desde el punto de vista metodológico, se han seguido los mismos métodos y técnicas de monitoreo a los empleados en los monitoreos de años anteriores (línea base del año 2015 y monitoreos periódicos de los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020). El diseño de los sitios de monitoreo consideró sitios de muestreo cercanos al proyecto (Punto de Muestreo Cercano, PMC), sitios de muestreo lejano (Punto de Muestreo Lejano, PML) y sitios de muestreo de referencia (REF) que son áreas no influenciadas por el proyecto.

El conjunto de muestreos lo realizó un equipo de cuatro técnicos cualificados, más el patrón del bote, siguiendo los procedimientos estipulados en los TdR de la consultoría y normas de calidad UNE/EN/ISO 17025. Para optimizar el trabajo, las tareas fueron divididas entre los técnicos, realizando dos de ellos (con títulos de buceadores profesionales) el muestreo de elementos biológicos y los otros dos la caracterización de calidad de aguas y muestreos de sedimentos. En todos los muestreos, se contó con un paramédico y buceador de apoyo, siguiendo los mayores estándares de seguridad y salud en el trabajo.

Para los valores de referencia o guía de los parámetros de calidad de aguas (físico-químicos) se ha empleado la siguiente normativa vigente en Panamá, así como normativa específica de referencia para niveles de metales pesados en sedimentos y peces.

- Norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo para la categoría “sin contacto directo”. Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008.
- Protocolo del Consejo Canadiense del Ministerio del Ambiente (CCME) y Ley holandesa de suelos contaminados: “Soil Clean-Up Act.1983”.
- Diferentes Directivas Comunitarias de la Unión Europea sobre contenido de metales pesados en peces.



Durante este período, las condiciones atmosféricas fueron muy similares, presentando cielos nublados (>50% nubes), presencia de lluvias esporádicas y una temperatura ambiente en el rango de 28-30°C. Las medidas de parámetros físico-químicos del agua marina efectuadas con sonda multiparamétrica in situ, indican unas condiciones propias del mar Caribe para la época con moderada a alta concentración de oxígeno disuelto (sobre 6,3-6,8 mg/l y 100% de saturación), salinidades propias de agua de mar (36-37 PSU) y un pH de 8,0-8,8 unidades. La turbidez del agua en esta campaña se ha mantenido baja e inferior a 2 NTU. Se destaca que en ningún sitio se incumplen los límites para temperatura (variaciones superiores a 3°C de las condiciones naturales), pH (6,5-8,5 unidades pH), turbiedad (50-100 NTU), sólidos en suspensión (<50 mg/L) y oxígeno disuelto (6-7 mg/L) del Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008.

Todos los metales pesados en agua incluidos en el Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008 (arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo) cumplen con los límites de calidad.

La composición granulométrica del sedimento es relativamente homogénea entre los diferentes sitios. En los fondos blandos, predominan las arenas medias a gruesas, sin diferencias significativas entre las muestras, y características del litoral caribeño. No se aprecia en el sedimento efectos asociados con la operación del puerto o de las actividades de la Mina, debido al escaso porcentaje de arenas finas y limos presentes en los sedimentos de los sitios someros (más próximos a la costa y potencialmente influenciados) y los más profundos.

En las muestras de sedimento, los Bifenilos Policlorados (PCBs) de siete formas y PCB totales, Hidrocarburos Totales de Petróleo, Pesticidas Organoclorados y Organofosfatados presentan concentración por debajo de los límites de detección (LD) de los métodos analíticos empleados, lo que indica una concentración muy baja y no detectable y nula contaminación por estos compuestos.

En cuanto a los metales pesados en sedimentos, cabe destacar que las concentraciones de cadmio han sido muy bajas (<0,3 mg/kg) y por debajo del LD, así como las de plomo por debajo del LD (<3,0 mg/kg) y zinc con valores muy bajos y muy inferiores al LEB. Solo el cromo en el sitio R-12 ha presentado una concentración por encima de LEB (42,6 mg/kg). El cobre ha superado el valor LEB (35,7 mg/kg) en los sitios T1, CE, R16, E4 y R12, manteniéndose por debajo de los 90 mg/kg.

Las concentraciones de metales pesados en tejidos de pez león -especie objetivo empleada- han sido bajas en todos los sitios de muestreo y se cumple con el límite para plomo (0,30 mg/kg), cadmio (0.25 mg/kg) y mercurio (0.5-1.0 mg/kg).

Los fondos duros profundos ubicados frente a Punta Rincón, poseen un sustrato rocoso variable entremezclado con arena. Las zonas profundas se caracterizan por poseer menor penetración de la luz y moderada turbidez, lo que limita el crecimiento de ciertas especies y contribuye al desarrollo de otras como esponjas y colonias de corales. Por su parte, los fondos duros someros se caracterizan por presentar una alternancia de sustratos duros y parches de arena y una mayor penetración de la luz, aunque están expuestos de forma más intensa a la acción del oleaje y los aportes de agua dulce del continente o los procesos sedimentarios.



Los porcentajes de cobertura de los transeptos de este monitoreo 2021, son semejantes a los registrados en el monitoreo realizado en años anteriores y sin cambios destacables con respecto al monitoreo considerado como línea base.

Las comunidades de fondos duros en los dos sitios profundos (R3 y R33) son muy similares, predominando el grupo de las esponjas y seguido de los corales adaptados a las condiciones oceanográficas de este tipo de hábitats. En principio, el sitio R3 ha contado con mayor cobertura de especies, pero sin ser una diferencia significativa. Entre los corales predominan *Agaricia agaricites*, *Agaricia undata*, *Diplora clivosa* y *Porites asteroides*.

Los fondos duros someros (R12, R15 y R18) presentan comunidades muy parecidas entre sí y diferentes de los fondos duros profundos. Entre los corales se registró un total de siete especies, formadas principalmente por especies pioneras como *Siderastrea siderea*, *Agaricea undata*, *Agaricia agaricites* y *Porites astreoides*, este último el más representativo de este tipo de fondo. Entre las esponjas se pueden destacar *Aplysina cauliformis*, *Aplysina fulva*, *Callyspongia vaginalis*, *Clathrina primordialis*, *Ircina campan* y *Xestospongia muta*, no estando limitados por el oleaje ni la sedimentación.

Las gorgóneas o corales blandos o falsos corales de los sitios de muestreo en fondos duros profundos y someros fueron muy parecidas, destacando las especies *Pseudopterogorgia amaericana*, *Pseudopterogorgia acerosa* y *Muriceopsis flavida*.

En las costas del Caribe no es común encontrar algas y algas coralinas asociadas a tipos de fondos arenosos; así los porcentajes registrados para este grupo biológico fueron ligeramente inferior a otros grupos biológicos. Sin embargo, se visualizó cerca de los transeptos algas como *Halimeda tuna*, *Amphiroa fragilissima*, *Chondrophycus papillosus*, *Dictyota menstrualis*, *Padina pavonica* y *Galaxaura obtusata*.

El grupo de las otras formas de vida y los desconocidos conformados por especies de invertebrados marinos, se pueden mencionar las especies como Ascidiar, langosta *Panillurus argus*, poliquetos como *Spirobranchus giganteus*, *Echinometra lucunter*, y el Crinoideo *Nemaster grandis*.

Los sitios T1 y T2 presentan un sustrato dominado mayoritariamente (>99%) por las arenas finas a medias, en las que no se han registrado especies típicas de fondos duros, con la ausencia de corales y otras formaciones biológicas de interés. Forman claramente un grupo diferente al resto de sitios de monitoreo, aunque con una cierta similitud con los sitios someros por la composición, también alta en éstos (>75%) de arenas y piedras en el sustrato.

Por comparación con los resultados obtenidos en anteriores monitoreos, se destaca que no se han encontrado diferencias que superen el 5-10% de cobertura o composición de especies, lo que indica una escasa diferencia en los resultados obtenidos. Estas diferencias son normales, ya que la metodología seguida tiene una incertidumbre relativa, debida principalmente a la posición del transecto y cuadrante que pueden variar de unos monitoreos a otros.

En el bentos marino de sustratos blandos se muestrearon 10 estaciones, de las cuales se cuantificó un total de 15447 individuos y se identificaron 3 Phyla, 5 Clases, 27 Órdenes y 34



Familias. Con 46 taxones registrados, el bentos está constituido mayoritariamente por Moluscos con 28 especies, en menor proporción los Poliquetos con 6 y Crustáceos con 3 taxones.

La distribución espacial del número de especies de los principales taxa permitió evidenciar la dominancia de los moluscos en todas las localidades especialmente en R-12, R-3 y R-15. Del análisis de la abundancia acumulativa por localidades monitoreadas se puede señalar que hay tres grupos de acuerdo al número de individuos cuantificados: con un mayor número se registraron las localidades R-15 con 4870 ind/m², R-12 con 2348 ind/m² y R-33 con 1927 ind/m². Las de menor abundancia fueron E-4 con 23 ind/m² y Caimito Este con 209 ind/m².

Teniendo en cuenta el análisis de clasificación, no se han registrado comunidades diferentes en función de la composición del bentos blando. Con excepción del sitio de monitoreo R-15, el resto de sitios presentan una elevada similitud en cuanto a la composición de especies, independiente de la profundidad, tipo de sustrato (muy similar entre ellas) o la composición físico-química del agua y otros elementos oceanográficos (corrientes, marea, etc). El sitio de monitoreo R-15 presenta una mayor densidad de especies (4879 ind/m²) con respecto al resto de estaciones, con la dominancia de *Ceratum* sp y *Rissoina* sp y una significativa representación de especies de moluscos y anélidos.

Tal y como sucede en toda el área marina de Punta Rincón, la especie más abundante observada fue *Canthigaster rostrata* (99%) debido a la coincidencia de los monitoreos con el bloom de esta especie ya comentado con anterioridad. Otras especies presentes han sido *Acanthurus bahianus*, *Carangoides bartholomei*, *Kyphosus sectatrix* (Linnaeus, 1758), *Stegastes variabilis* (Castelnau, 1855), *Sparisoma viride* (Bonnaterre, 1788) y *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus, 1758), todas con porcentajes muy bajos debido a la fuerte dominancia del tamboril.

Las altísimas densidades del pez tamboril observadas en la presente campaña, coinciden con un fuerte bloom de esta especie, fenómeno que se da habitualmente y de forma estacional en estas costas. Seguido a estos blooms, esta especie sufre episodios de mortandad masivos, que también son frecuentes en la costa del Caribe panameño y otras costas próximas. No hay información suficiente sobre estos episodios, ni por qué se produce ésta sobre-población o bloom poblacional, ni por qué se producen las mortandades como estrategia de reclutamiento. Se han apuntado varias causas (calentamiento del agua, falta de alimento, parásitos, etc), pero ninguna es concluyente.

Cabe señalar, que la comunidad de peces registrada en los fondos someros está asociada con la disponibilidad de alimento y refugio. Cuenta con hábitats adecuados, en los que aparecen una buena diversidad de refugios (cornisas y pequeñas cuevas en las grandes rocas, fisuras en las plataformas rocosas, fondos de arena y algas, etc), por lo que alberga una comunidad rica y diversa de especies características de esta área del Caribe.

La abundancia relativa del pez león en el presente monitoreo fue de 0,1% para el fondo somero y de 0,1% para el fondo profundo, aunque en este caso hay que destacar la gran influencia porcentual del tamboril en los recuentos. Se observa, con respecto a años anteriores, que la especie se mantiene en los porcentajes y densidades, con pequeñas variaciones. Por tanto, se puede adelantar que, a partir de los datos disponibles, la especie ha llegado a un tamaño



poblacional y densidad más o menos estable, aunque pueden variar los efectivos entre los sitios de monitoreo y años debido a factores externos (alimento, depredación, etc).

Esta especie está posicionada en las partes altas de los transeptos monitoreados, observándose principalmente peces juveniles y adultos. Como especie invasiva, puede ocasionar graves problemas ecológicos en la estructura ictiológica de los arrecifes en los fondos duros de piedra y arrecifes de coral (Christopher & Olden, 2011) en el área del Caribe de Panamá. Es una especie invasora y dañina para el ecosistema, que llegó a las aguas del Caribe de Panamá a través de las corrientes (Vásquez-Yeomans et al. 2011), producto de la invasión de este organismo, la cual se originó en Florida, Estados Unidos (Whitfield et al. 2002; Hare & Whitfield, 2003, Schofield, 2010). Debido a su impacto, se recomienda desarrollar un plan para el control de las poblaciones de esta especie en las áreas cercanas al proyecto de Minera Panamá.

Durante este monitoreo se han continuado con los trabajos en el rompeolas del puerto en siete sitios de monitoreo, con el objetivo de caracterizar en detalle las comunidades biológicas de fondos duros y peces. El monitoreo y seguimiento de la evolución temporal en los procesos de colonización de las comunidades biológicas de las rocas depositadas para el rompe olas, permitirá evaluar la utilidad de estos espacios como hábitats artificiales.

Se ha registrado una progresiva colonización por grupos biológicos de las rocas del rompe olas en su parte más externa que parece se va afianzando con el tiempo –como así se observó en monitoreos anteriores-, con la presencia de corales y primeras formas de esponjas. En la parte interna, menos expuesta y dentro de la zona de abrigo del rompe olas, esta colonización todavía es incipiente, aunque se aprecian signos de implantación de colonias de corales.

La comunidad de peces en el rompeolas presenta un número significativo de peces y densidades, comparables a las registradas en el estudio marino-costero. Se aprecia una clara diferencia entre los valores de abundancia (densidad) y los índices de diversidad de la parte externa de la interna, con una comunidad mejor estructurada y más diversa en los transeptos expuestos a mar abierto. No obstante, la comunidad de peces en el interior del rompeolas se puede considerar de alto valor ambiental, con especies y densidades propias de aguas litorales del Caribe.

Los resultados obtenidos -al igual que los registrados en años anteriores-, indican que el rompe olas sirve como hábitat para las diferentes comunidades biológicas, contribuyendo a que aparezca en la zona del puerto una mayor riqueza y abundancia de especies bentónicas y pelágicas litorales.



Tanto el recuento de huevos, como el de larvas de peces fue relativamente bajo (15-22 ind/m³ para huevos y 35-46 ind/m³ para larvas), con densidades inferiores a las que se pueden encontrar en mar abierto y que son del orden de 50-100 ind/m³ para huevos y de 30-50 ind/m³ para larvas en el Caribe.

La composición de especies en las larvas analizadas refleja en cierta medida la composición de peces registrada en los monitoreos en el rompeolas y sitios someros. Destacan las larvas de dos especies *Acanthurus bahianus* y *Carangoides bartolomae*, con porcentajes que llegan al 20%. El resto de larvas se corresponden con especies también presentes en la zona, aunque con porcentajes muy bajos e inferiores al 10%. Son especies muy comunes en las zonas tropicales y el Caribe, con un bajo valor pesquero y económico, no siendo objeto de explotación pesquera por las comunidades locales.

En otros estudios similares, como el realizado por Cubillos (2015)¹ en dónde se evaluó el impacto potencial de la mortalidad por succión de huevos de sardina común y anchoveta, debido a la operación del Penco- 3/h, con un promedio anual de 43,82 huevos/m³ y 9,08 larvas/m³ succionados. Al aplicar el modelo, y suponiendo el 100 % de biomasa perdida, la magnitud promedio de la biomasa pérdida huevo-equivalente en un año fluctuó entre 22,2 y 29,95 toneladas de anchoveta, valores equivalentes en biomasa total por año de 266,46 y 359,38 toneladas de anchoveta. En este trabajo se concluyó que las cantidades removidas por efecto de la operación del proyecto, resultan ser insignificantes, siendo aún menores en el caso de la toma en Punta Rincón debido a que el caudal de toma y la concentración de larvas y huevos también son menores.

Se ha procedido al análisis de los indicadores ambientales que se vienen empleando de forma rutinaria en el EEA para valorar cómo cambian los resultados de los diferentes elementos ambientales considerados (bentos marino y peces). De esta forma, con el fin de resumir e interpretar estos resultados de la forma más sencilla posible, se ha utilizado una simbología que indica la tendencia de cada indicador en el tiempo en comparación con las condiciones de referencia y la línea de base del año 2015.

La tendencia de los indicadores biológicos de los años en los que se han completado monitoreos (2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y del presente 2021) comparados con los de la línea base del año 2015 indican variaciones poco significativas. En este sentido, se destaca que las condiciones generales analizadas han variado muy poco con respecto a la línea base, no apreciándose por el momento una tendencia hacia peores condiciones en la salud de los ecosistemas marino-costeros (bióticos) asociados con las actividades de operación de la mina y el puerto.

Para complementar el análisis de tendencias de los indicadores ambientales establecidos en el EEA, se ha evaluado el estado ecológico del medio marino en el entorno del Puerto. Para ello, se han empleado los elementos físico-químicos y biológicos, que en su conjunto describen cómo se comporta el ecosistema acuático frente a posibles impactos y si se han producido

1 Luis Cubillos, 2015. Estimación del impacto del arrastre de huevos y larvas de sardina común y anchoveta por succión sobre el rendimiento pesquero huevo-equivalente. Proyecto terminal GNL Penco-Lirquén.



cambios en su estructura o funcionamiento como consecuencia de los mismos. A su vez, cada uno de estos elementos viene representado por uno o varios índices de calidad.

Las comunidades de los bentos estudiadas indican, a través de las especies sensibles que las forman, unas MUY BUENAS a BUENAS condiciones del medio marino, con valores de los índices que determina AMBI que son propios de sistemas ligeramente alterados por causas naturales y/o cambios estructurales asociados con la época del muestreo y estado de las poblaciones. Las comunidades del bentos de fondos blandos carecen de efectos debidos a contaminación por aportes procedentes de la operación en la mina y puerto, con especies características de estados no contaminados y que presentan una organización estructural evolutiva propia de los ecosistemas en los que se desarrollan.

Los parámetros físico-químicos analizados en el agua, sedimento y biota cumplen con los límites legales en Panamá o los establecidos en la legislación de referencia, con un estado de calidad valorado como BUENO.

En resumen, todos los sitios de monitoreo analizados se han clasificado con un ESTADO ECOLÓGICO de categoría BUENO a MUY BUENO, no apreciándose efectos ambientales de tipo negativo debido a la operación de la mina y el puerto.

Ciudad de Panamá
15 de febrero de 2022



1. INTRODUCCIÓN

Minera Panamá S.A. está desarrollando el proyecto Mina de Cobre Panamá en el distrito de Donoso, provincia de Colón, situado en el sector central-norte de Panamá. El Proyecto excava y procesa mineral de sulfuro de cobre que ha sido definido en una concesión de 13.000 hectáreas que está ubicada a 120 km al oeste de la Ciudad de Panamá y a 20 km de la costa del mar del Caribe. El proyecto incluye, además, instalaciones portuarias en Punta Rincón, que permiten la carga de concentrado y la descarga de carbón asociado con el funcionamiento de la termoeléctrica de 300 MW.



Plano 1. Ubicación del proyecto de Minera Panamá

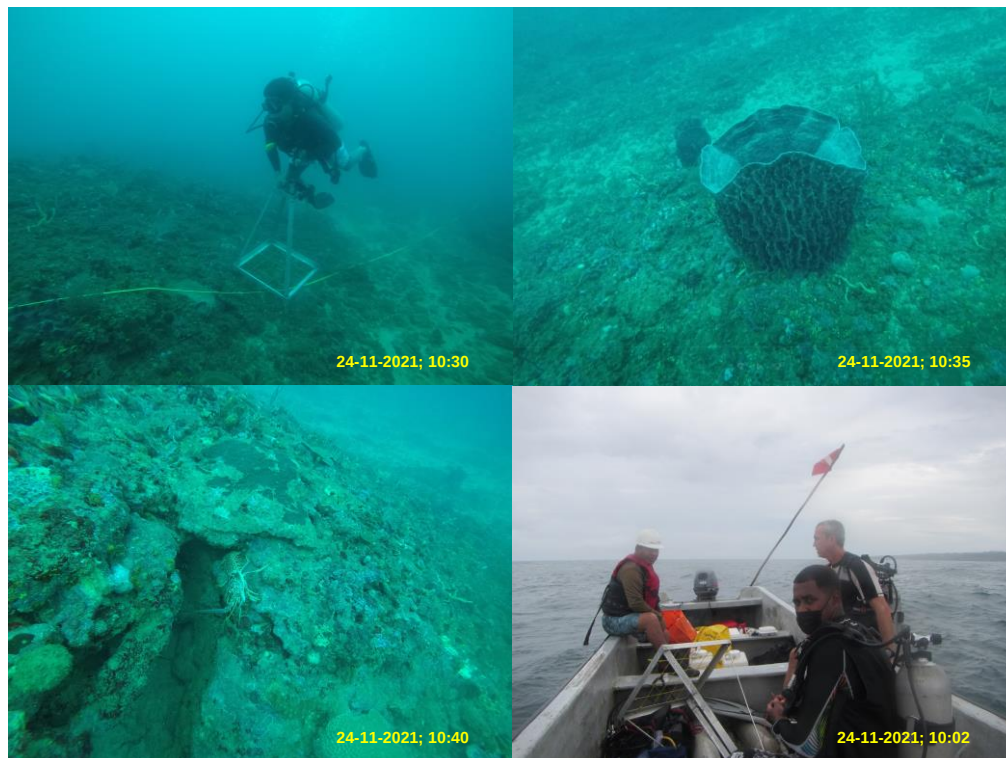
Estas actividades tienen el potencial de impactar los aspectos biológicos y físico-químicos del medio ambiente acuático marino-costero y, por lo tanto, se necesita un programa de monitoreo para evaluar la efectividad de las medidas de control y mitigación.

En el presente Informe se describen la metodología y resultados obtenidos en el segundo monitoreo de los ecosistemas marino-costeros frente al puerto de la mina en Punta Rincón completado los días 23 al 27 de noviembre de 2021, como parte del Plan de Monitoreo de Ecosistemas Marino-Costeros.



Los capítulos principales que contiene el informe son los siguientes:

- Metodología de los trabajos, con una descripción detallada de las metodologías seguidas en los muestreos y análisis físico-químicos –en agua y sedimentos-, biológicos (muestreos de bentos en fondos duros y blandos y estudio de peces) y análisis de metales pesados en agua, sedimento y biota (peces).
- Resultados obtenidos para cada elemento ambiental estudiado, con especial referencia a los indicadores ambientales y su estado de calidad, ya que son los que permitirán seguir la evolución y la tendencia de la calidad y estado ecológico a lo largo del período de actividad de la mina.
- Un análisis de tendencias de los indicadores ambientales, teniendo en cuenta los estudios completados en los últimos monitoreos.



Diferentes momentos de los trabajos realizados para los monitoreos marino-costeros en Punta Rincón durante el mes de noviembre de 2021.



2. OBJETIVOS DE LA CONSULTORÍA

El objetivo principal de la presente consultoría es continuar con el Plan de Monitoreo de Ecosistemas Marino-Costero, mediante un Programa de Monitoreo de Efectos Ambientales (EEM por sus siglas en inglés) dirigido a asegurar que los controles ambientales para el ecosistema marino-costero (calidad de agua, sedimentos, fondo duro y biología marina), mantengan medidas de mitigación que sean efectivas para la protección y viabilidad de estos ecosistemas en la zona de influencia directa del Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Como objetivos específicos se destacan:

- Cumplir con los compromisos EsIA para el monitoreo de la calidad de los sedimentos.
- Asegurar que los procedimientos de manejo son efectivos para limitar los cambios en los sedimentos producto de la sedimentación y otros impactos (por ejemplo, derrames de carbón y concentrado).
- Cumplir con los compromisos EsIA para el monitoreo de los impactos sobre el componente biológico durante la construcción y operación del puerto.
- Monitorear las condiciones estuarinas para evaluar los impactos de la construcción de la mina (por ejemplo, calidad sedimentos y características físicas).
- Evaluación de la efectividad de los controles ambientales durante las operaciones, específicamente alrededor de la desembocadura de las aguas de refrigeración de la planta de energía y alrededor de las instalaciones portuarias, a través del monitoreo de las condiciones químicas, biológicas y físicas.
- Monitoreo y acciones correctivas para evitar mortalidad de la fauna.
- Cumplir con los compromisos EsIA para el monitoreo de hábitat crítico, especialmente el sustrato del hábitat de fondo duro, dentro y alrededor de la huella del proyecto.
- Evaluar si los mecanismos de control establecidos (por ejemplo, el control de sedimentos y operaciones portuarias) son efectivos para la protección del hábitat de fondo duro cercano a las operaciones.
- Apoyar la actualización de los inventarios biológicos dentro del área del proyecto especificados por los compromisos del EsIA (deben actualizarse cada 5 años).

De esta forma, se ha continuado con la aplicación de los índices e indicadores ambientales establecidos en el Plan de Monitoreo Ambiental, con el fin de conocer cómo evolucionan en el tiempo y su grado de afectación por las actividades en el puerto de la mina.

De forma adicional, durante este monitoreo se ha planteado como objetivo colateral –iniciado en el año 2015 con la línea base- la valoración del estado ecológico del medio marino-costero, teniendo en cuenta diferentes indicadores de la calidad biológica y físico-química de aguas y sedimentos.



3. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

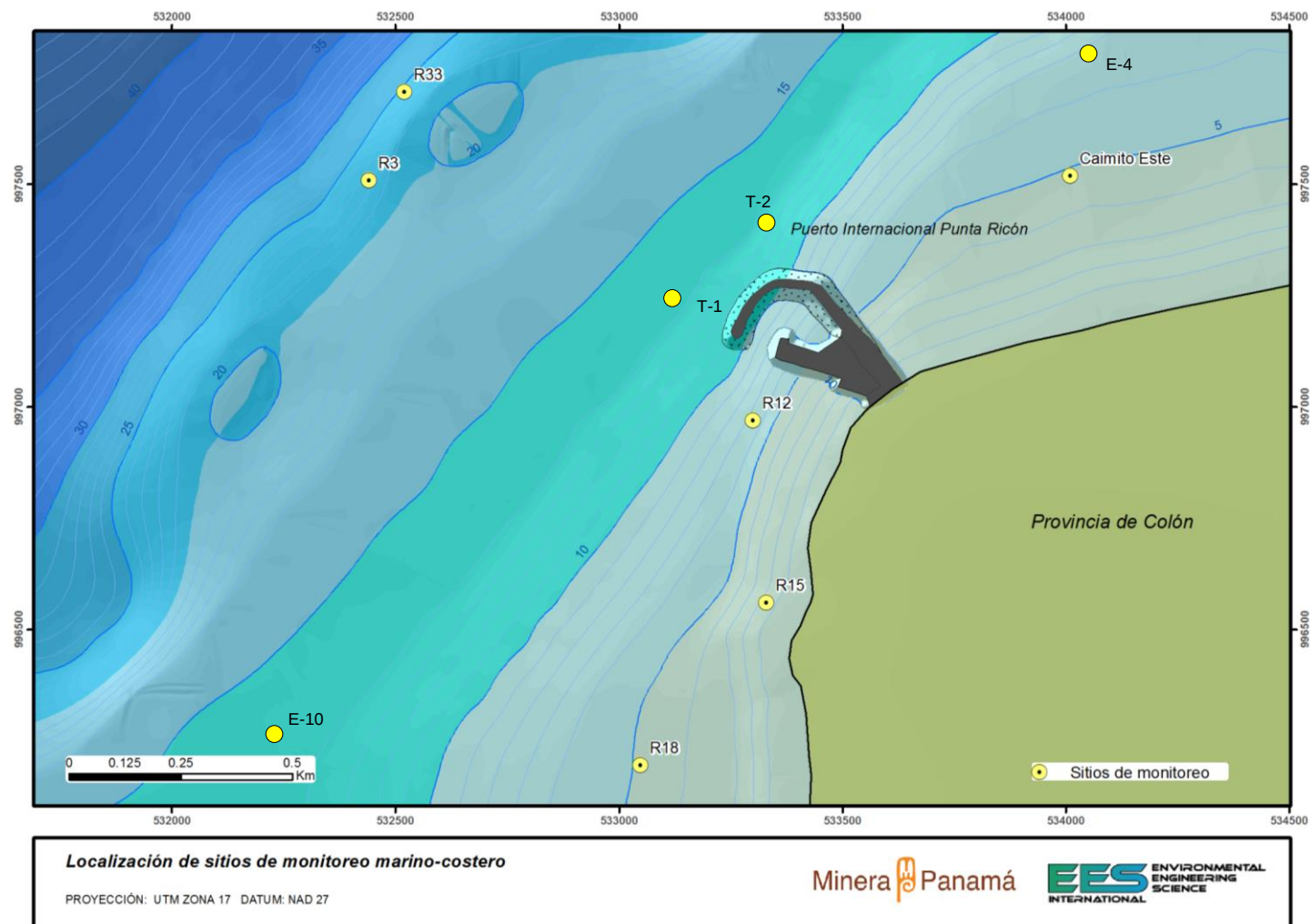
3.1. Sitios de muestreo y actividades realizadas

Durante los días 23 al 27 de noviembre de 2021 se realizaron los monitoreos en los siguientes diez (10) sitios de monitoreo (ver **Cuadro 1**).

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE MONITOREO				
CÓDIGO SITIO DE MONITOREO	TIPO DE PUNTO	TIPO DE FONDO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
			ESTE	NORTE
R3	PML	Fondo duro-blando profundo	532441	997509
R33	PML	Fondo duro-blando profundo	532520	997707
Caimito Este	PMC	Fondo blando somero	534011	997519
R12	PMC	Fondo duro-blando somero	533301	996970
R15	REF	Fondo duro-blando somero	533331	996560
R18	REF	Fondo duro-blando somero	533049	996196
T1	Control para terminal T2	Fondo blando	533227	997336
T2	Control para terminal T2	Fondo blando	533383	997571
E4	Nuevo control	Fondo blando	534871	997981
E10	Nuevo control	Fondo blando	532295	995729

PML: Punto de Monitoreo Lejano; PMC: Punto de Monitoreo Cercano; REF: Punto de Referencia. El término “Punto de Monitoreo Cercano o PMC” se refiere a las ubicaciones de muestreo que están lo más cerca posible a las operaciones, pero fuera de cualquier zona inicial mixta; la zona inicial mixta es el área donde las descargas provenientes del sitio (por ejemplo, las descargas de agua de refrigeración de la planta de energía) se mezclan por completo con el ambiente marino receptor. Los “Puntos de Monitoreo Lejano o PML” se deben ubicar en lugares que se crean que definen el espacio de cualquier efecto potencial observado en el PMC. Los “Puntos de Monitoreo de Referencia o REF”, deben estar cerca del área, pero fuera de cualquier cambio potencial debido a las operaciones del Proyecto.

En el **Plano 2** se muestran las ubicaciones de los sitios de muestreo utilizados en el mes de noviembre 2021. Para su ubicación, se ha generado un Modelo Digital del Terreno (MDT) a partir de la información cartográfica y batimétrica disponible, sobre el que se ha georeferenciado cada sitio de muestreo con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en soporte ARCGIS en su última versión.



Plano 2. Localización de los sitios de monitoreo para el estudio marino-costero.



De forma particular, en cada sitio de monitoreo las actividades desarrolladas se resumen en el **Cuadro 2**.

CUADRO 2. ACTIVIDADES REALIZADAS EN CADA SITIO DE MONITOREO				
CÓDIGO SITIO	CALIDAD DE AGUAS, SEDIMENTOS Y BIOTA	ESTUDIO COMUNIDADES FONDOS DUROS	ESTUDIO COMUNIDADES FONDOS BLANDOS	ESTUDIO DE PECES
R3	SI	SI	SI	SI
R33	SI	SI	SI	SI
Caimito Este	SI (excepto peces)	NO	SI	NO
R12	SI	SI	SI	SI
R15	SI	SI	SI	SI
R18	SI	SI	SI	SI
T1	SI	SI	SI	SI
T2	SI	SI	SI	SI
E-4	SI	NO	NO	NO
E-10	SI	NO	NO	NO

El estudio de la calidad del agua incluyó mediciones de parámetros físico-químicos en toda la columna de agua y toma de muestras de agua marina a -1 m para la realización de diferentes parámetros (físicos, nutrientes, metales pesados, etc). En las muestras de sedimentos se analizó su granulometría y diferentes parámetros químicos (COT, metales pesados) y en la biota (mediante capturas directas de pez león) el contenido de metales pesados.

Para el estudio de las comunidades de fondos duros se emplearon buceadores profesionales (equipados con cámaras fotográficas y de vídeo submarino), que en diferentes transectos lineales establecidos en cada sitio -y sobre la base de datos tomados con cuadrantes- se determinó, entre otros, la cobertura de corales y otros organismos. Por su parte, para el estudio de los fondos blandos, se tomaron muestras de sedimento con buceadores y dragas y se completó el estudio del bentos marino. El estudio de peces se realizó con apoyo de buceadores profesionales y siguiendo el método del transecto en cada sitio de muestreo.

El conjunto de los muestreos fue llevado a cabo por un equipo de cuatro técnicos cualificados, más el patrón del bote, siguiendo los procedimientos estipulados en los TdR de la consultoría. Para optimizar el trabajo, las tareas fueron divididas entre los técnicos, realizando dos de ellos (con títulos de buceadores profesionales) el muestreo de elementos biológicos submarinos y los otros dos la caracterización de calidad de aguas y muestreos de sedimentos. Se contó con un paramédico y buceador de apoyo en todos los muestreos realizados.

En todo momento se tuvo el inestimable apoyo y medios (personal, instalaciones, embarcación, etc) de MINERA PANAMÁ, a la que se traslada todo el agradecimiento y consideración por las facilidades prestadas durante el monitoreo.



3.2. Metodología para el estudio de la calidad del agua marina

Durante la realización de la campaña, personal de MINERA PANAMÁ llevaron a cabo medidas con equipos y sondas multiparamétricas de los siguientes parámetros físico-químicos de calidad de agua marina tomada in situ por personal de EES:

- Temperatura del agua (°C)
- pH (en unidades pH)
- Oxígeno disuelto (mg/L y % saturación)
- Sólidos totales disueltos, STD (g/L)
- Turbidez (NTU)
- Salinidad (ppt)

Asimismo, en cada sitio de muestreo se tomaron por EES muestras de agua marina con una botella Van Dorn a -1 m de profundidad que fueron entregadas al personal de MINERA PANAMA para analizar los siguientes parámetros físico-químicos en el laboratorio acreditado en la Norma UNE-EN-ISO 17025 contratado de forma externa por MINERA PANAMÁ:

- Físicos: total de sólidos disueltos (STD) y total de sólidos en suspensión (TSS)
- Biológicos: DBO₅, COD
- Nutrientes: nitrato, nitrito, amoníaco, total de nitrógeno y fósforo
- Iones comunes: SO₄, Cl, Mg, Ca, K, Na, F
- Orgánicos: aceites y grasas
- Cianuro: total y metales totales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn.

3.3. Metodología para el estudio de metales pesados en sedimentos y biota

Igualmente, personal de EES tomaron muestras de sedimento en los sitios de muestreo indicados en el **Cuadro 1**, para el análisis de los siguientes parámetros: composición granulométrica, carbono orgánico total (COT), hidrocarburos, aceites y grasas y metales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se y Zn en laboratorio externo contratado por MINERA PANAMÁ.

Las muestras de sedimentos se recogieron con una pala de teflón por los propios buceadores o con una draga tipo Eckman en el sitio Caimito Este. Las muestras recogidas se conservaron en recipientes de plástico y vidrio (según analito) correctamente identificados y almacenadas en neveras refrigeradas hasta su entrega en el laboratorio.

Asimismo, con el fin de evaluar si las operaciones están desplazando metales se ha llevado a cabo el muestreo por personal de EES de pez león (*Pterois antennata*)², a partir de las capturas de ejemplares con rifle-arpón recubierto de teflón.

² Se ha utilizado ejemplares de pez león, ya que tiene una dieta carnívora (peces, camarones y otros crustáceos, etc) y con su captura se ha contribuido a mermar sus poblaciones invasoras en el área, sin dañar a otras especies.



Las muestras de pez león se lavaron previamente con agua desionizada. En los peces, se extrajeron los tejidos musculares por encima de la línea lateral y a nivel del inicio de la aleta dorsal del pez completo, utilizando un cuchillo limpio de teflón. Con los tejidos extraídos se formaron un pool de 3 organismos para cada uno de los peces. Los cortes se introdujeron en bolsas de polietileno y se congelaron a -20°C hasta su entrega a personal de MINERA PANAMÁ para su envío al laboratorio externo.



Ejemplares de pez león recolectados para la realización de análisis

3.4. Monitoreo de hábitats rocosos (comunidades de fondos duros)

Dentro de las métricas a analizar en los hábitats de fondos rocosos-duros se incluyen:

- Porcentaje de cobertura de los organismos del arrecife, incluyendo la cobertura del coral y la densidad de las colonias coralinas.
- Tipos y diversidad de los organismos del arrecife en el sustrato.
- Porcentaje de la cobertura por algas.
- Uso observado del sustrato por parte de los peces y otros organismos móviles.

En cada sitio de monitoreo somero y profundo definido anteriormente, se estableció un transecto lineal fijo paralelo a la costa, excepto en R3 y R33 que fueron perpendiculares a la costa. Para delimitar dicho transecto, se utilizaron en el año 2015 varillas de hierro, las cuales fueron enterradas al inicio y fin de cada transecto, como marca permanente para éste y los futuros eventos de monitoreo en estos puntos. Durante estos años, se ha tenido que ir reponiendo estas varillas, debido al efecto del desgaste y el oleaje. Asimismo, se localizaban estas varillas y una vez identificado y establecido el transecto, se ha cuantificado cada 5 m mediante una cuadrata de 1 m^2 sujeto por una base, el porcentaje de cobertura (por m^2) de algas, algas incrustantes, corales, octocorales, esponjas e invertebrados.

Igualmente, se han tomado secuencias de fotos por cada cuadrata, que servirán para la evaluación de las tendencias con el paso del tiempo en estas ubicaciones y para verificar en el laboratorio el uso del sustrato por parte de peces y otros organismos móviles. Para la movilización del personal y el equipo de trabajo, se utilizó un bote de fibra de vidrio de 25 pies



de largo con motor fuera de borda de 60 hp facilitado por MINERA PANAMÁ. Los datos fueron recolectados a través de buceos de diferente duración realizados por un equipo de dos buzos profesionales con equipo de buceo autónomo y apoyo de un tercer buzo-paramédico desde la embarcación, con la observación de un buceador en superficie con snorkel.

Para la clasificación e identificación de los organismos se utilizaron las guías de identificación de Humann (2006) sobre corales, peces y creaturas arrecifales; en los libros de Veron (2000) para identificación y listado de especies corales pétreos; para la Identificación de corales blandos en campo, en la guía de Humann (2006), en la guía publicada por la Universidad de Warwick (2007) para la identificación visual de este grupo, otras guías STRI Bocas Data Base (2012) y Collin et al. (2005), para invertebrados.

Para el cálculo de la cobertura (en% del área ocupada por cada grupo) a partir de las imágenes de los cuadrantes tomadas por el buceador, se utilizó el programa CPCe (Coral Point Count con extensiones de Excel), que es un software basado en Windows (solo para PC). Un número especificado de puntos espacialmente aleatorios se distribuyen en cada imagen y las características subyacentes a los puntos son identificados por el usuario. Los análisis y clasificación de las imágenes fueron llevadas a cabo por zoólogos marinos de amplia experiencia en estudios similares en el mar Caribe de Panamá, apoyados en algunos casos por especialistas en cada uno de los grupos estudiados.



Muestreo de fondos duros con cuadrante sobre soporte al que va incorporado la cámara submarina. Con esta técnica se ha mejorado la calidad y precisión de las fotografías submarinas en los cuadrantes de muestreo



3.5. Monitoreo de biología marina (comunidades de fondos blandos y peces)

El monitoreo de biología marina ha constado de:

- Monitoreo de la calidad del agua (química del agua), el cual se realizará durante el monitoreo marino (ver el punto anterior).
- Monitoreo de la calidad y estructura de los sedimentos, el cual una parte (química de los sedimentos) se realizará como parte del Monitoreo Marino y el tamaño de las fracciones del sedimento (ver el punto anterior).
- Evaluación de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (bentos marino) en fondos blandos.
- Evaluación de la estructura de los peces, al igual que la presencia y densidad estimada del pez león. Monitoreo de las concentraciones de metales en el tejido de este pez.

A) Evaluación de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

En los sitios de muestreo, se ha procedido a tomar 3 muestras de fondos blandos, utilizando una draga tipo Eckman de 0,0225 m² de área de apertura o mediante la ayuda de buceadores en una superficie aproximada de 0,045 m² y 5-10 cm de profundidad de sedimento. Las muestras se rotularon y posteriormente fueron tamizadas en un tamiz de 500 micras de tamaño de malla, para eliminar el sedimento y retener los organismos bentónicos. Los organismos se almacenaron en frascos plásticos debidamente etiquetados con la información de la colecta y fijados con alcohol al 95% para su análisis en laboratorio.

Para el análisis de las muestras, se empleó un estereoscopio y se utilizaron claves de identificación para diversos grupos taxonómicos como la de Fauchald, 1977; Salazar-Vallejos, 1991 y Liñeros, 1997 para los poliquetos; Abbott, 1954; Keen, 1971 para los moluscos; Rodríguez, 1980 para los crustáceos. La identificación se realizó de manera que se pudiera determinar hasta el menor taxón posible. Adicionalmente se ha obtenido la información sobre densidad (n° individuos/m²) y el número de individuos por especie.

B) Evaluación de la estructura de los peces, al igual que la presencia y densidad estimada del pez león

Para la estima y censo de las poblaciones de peces, se ha seguido el método de censo visual de transecto de banda, al ser uno de los protocolos más utilizados para la evaluación de la riqueza, densidad y biomasa de peces arrecifales (Brock 1982).

Con este método, el buzo nada en línea recta siguiendo la cinta métrica de 50 m de longitud situada en el fondo, con una anchura de observación variable en función de la visibilidad de cada sitio. En ese tiempo se realiza las estimaciones de riqueza de especies, mientras otro buzo nada de forma errante cerca de la zona en donde se encuentra fijado el transecto y un tercero nada en superficie (con snorkel y en sitios someros), obteniendo información adicional sobre presencia de peces de interés económico o ecológico (entre ellas, observaciones del pez león). Con la ayuda de una tablilla, los buzos anotaron sus observaciones; asimismo, se



utilizaron cámaras submarinas de fotos y video para complementar la información obtenida con los recorridos visuales. Se estimó la densidad (D) de cada especie según la siguiente expresión:

$$D=P*(n/L*W))$$

siendo n el número de peces, L la longitud del transecto (50 m), W la anchura de conteo (5 m a cada lado de la cinta, es decir 10 m) y P la probabilidad de detección (0,8), tabulando los resultados en clases y referido a ind/10³ m².

3.6. Monitoreo de rompeolas

Durante el monitoreo de 2021 se ha continuado con los muestreos en el rompeolas del puerto de Punta Rincón iniciados en el monitoreo del año 2016, como parte de un estudio específico para valorar estas nuevas áreas como hábitats artificiales.

Para ello, se seleccionaron siete (7) sitios de muestreo o transeptos de control (RO1 a RO7), situados en la parte externa e interna del rompeolas y distribuidos de forma representativa en toda su longitud.

En el **Cuadro 3** se incluyen las principales características de los sitios de monitoreo en el rompeolas y actividades realizadas y en el **Plano 3** se localizan estos sitios y transeptos en el rompeolas.

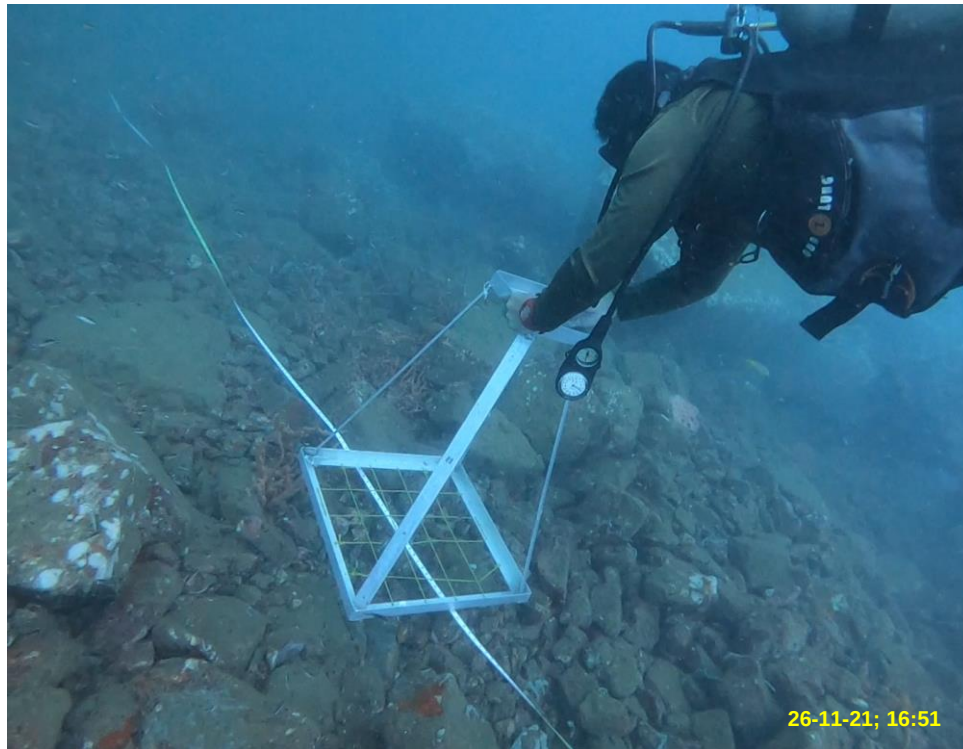
CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE MONITOREO EN EL ROMPEOLAS				
CÓDIGO SITIO DE MONITOREO	ZONA ROMPEOLAS	ACTIVIDADES REALIZADAS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
			ESTE	NORTE
RO1	Externa	Estudio fondos duros y peces	533234	997207
RO2	Externa	Estudio fondos duros y peces	533316	997312
RO3	Externa	Estudio fondos duros, peces	533476	997298
RO4	Interna	Estudio fondos duros y peces	53480	997310
RO5	Interna	Estudio fondos duros y peces	533315	997181
RO6	Interna	Estudio fondos duros y peces	533365	997232
RO7	Externa Extremo rompeolas	Estudio fondos duros y peces	533371	997244



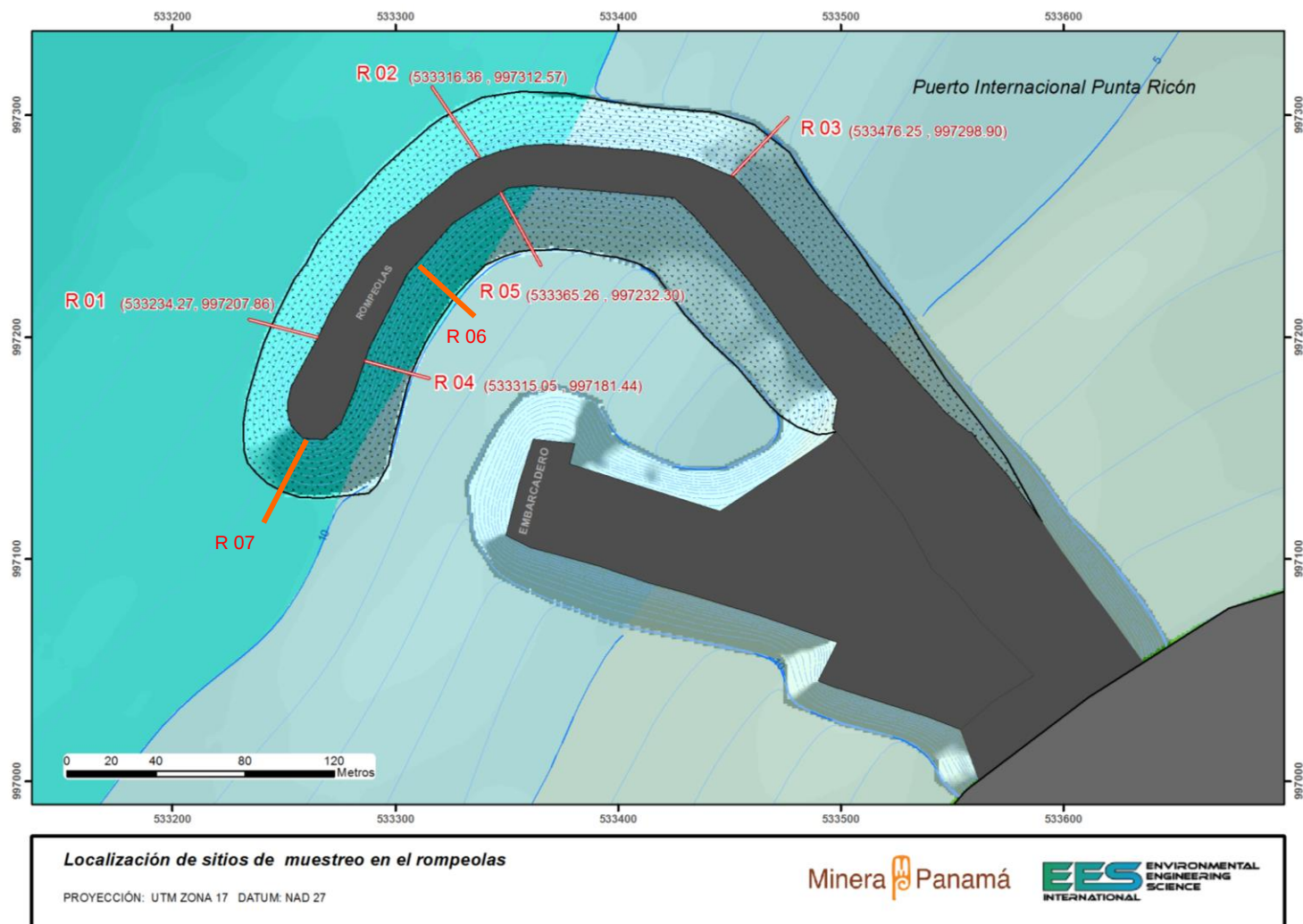
Se realizaron los mismos muestreos que en fondos duros y comunidades de peces, con la misma metodología descrita en el apartado anterior, centrando los trabajos en la determinación de las siguientes variables:

- Porcentaje de cobertura de los organismos del arrecife, incluyendo la cobertura del coral y la densidad de las colonias coralinas.
- Tipos y diversidad de los organismos del arrecife en el sustrato.
- Porcentaje de la cobertura por algas.
- Composición y abundancia de peces.

Al igual que en el muestreo biológico en fondos duros, se ha cuantificado -utilizando una cuadrata de 1 m² el porcentaje de cobertura (%) de algas, algas incrustantes, corales, octocorales, esponjas e invertebrados, así como fotografía y vídeo submarino de cada sitio de muestreo.



Muestreo de rompeolas con apoyo de cuadrantes.



Plano 3. Localización de los sitios de monitoreo y transeptos en el rompeolas.



4. RESULTADOS MARINO-COSTEROS

4.1. Calidad de aguas

4.1.1. Condiciones de los muestreos y medidas in situ

Los resultados de las medidas *in situ* de los parámetros físico-químicos a -1 m y las condiciones ambientales en las que se efectuaron los muestreos se incluyen en el **Cuadro 4**.

Durante este período, las condiciones atmosféricas fueron muy similares, presentando cielos nublados (>50% nubes), presencia de lluvias esporádicas y una temperatura ambiente en el rango de 28-30°C.

Las medidas de parámetros físico-químicos del agua marina efectuadas con sonda multiparamétrica in situ, indican unas condiciones propias del mar Caribe para la época con moderada a alta concentración de oxígeno disuelto (sobre 6,5-6,8 mg/l y 100% de saturación), conductividades propias de agua de mar (46.500 μ S/cm) y un pH de 8,0-8,5 unidades. La turbidez del agua en esta campaña se ha mantenido baja e inferior a 2 NTU.

Se destaca que en ningún sitio se incumplen los límites para temperatura (variaciones superiores a 3°C de las condiciones naturales), pH (6,5-8,5 unidades pH), turbiedad (50-100 NTU), sólidos en suspensión (<50 mg/L) y oxígeno disuelto (6-7 mg/L) del Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008. Por su parte, en las gráficas 3D se incluyen los perfiles de temperatura, oxígeno disuelto y turbidez en toda la columna de agua de cada sitio de muestreo.



CUADRO 4. MEDIDAS IN SITU DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS (-1 m) Y CONDICIONES DE LOS MUESTREO

SITIO	FECHA DE MUESTREO	VIENTO/OLEAJE	COND. MUESTREO	pH	TURBIEDAD (NTU)	T (°C)	SAL. (PSU)	OD (mg/L)	OD (% SAT)
R3		Calma<1- B-<1 m	100% nubes	8,5	1,5	29,1	36,8	6,9	>100
R33		Calma<1- B-<1 m	100% nubes	8,6	1,5	29,1	36,5	6,8	>100
Caimito Este		Calma<1- B-<1 m	>50% nubes	8,5	1,2	29,5	37,5	6,7	>100
R12		Calma<1- B-<1 m	>50% nubes	8,5	0,5	29,1	36,4	6,7	>100
R15		Calma<1- B-<1 m	10-50% nubes	8,5	0,5	30,1	36,4	6,9	>100
R18		Calma<1- B-<1 m	10-50% nubes	8,5	1,1	30,1	36,6	6,8	>100
T1		Calma<1- B-<1 m	10-50% nubes	8,0	1,5	30,1	36,7	6,5	>100
T2		Calma<1- B-<1 m	10-50% nubes	8,5	1,8	30,1	36,6	6,5	>100
E-4		Calma<1- B-<1 m	10-50% nubes	8,4	1,5	30,1	36,7	6,7	>100
E-10		Calma<1- B-<1 m	10-50% nubes	8,4	1,5	29,9	36,1	6,7	>100

NOTA. Se indica con un sombreado en verde que se cumple con el nivel de calidad establecido para el parámetro en el Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008. Para el viento/oleaje se indica la dirección (rosa de los vientos), velocidad del viento (escala Beaufort) y altura de la ola (m).

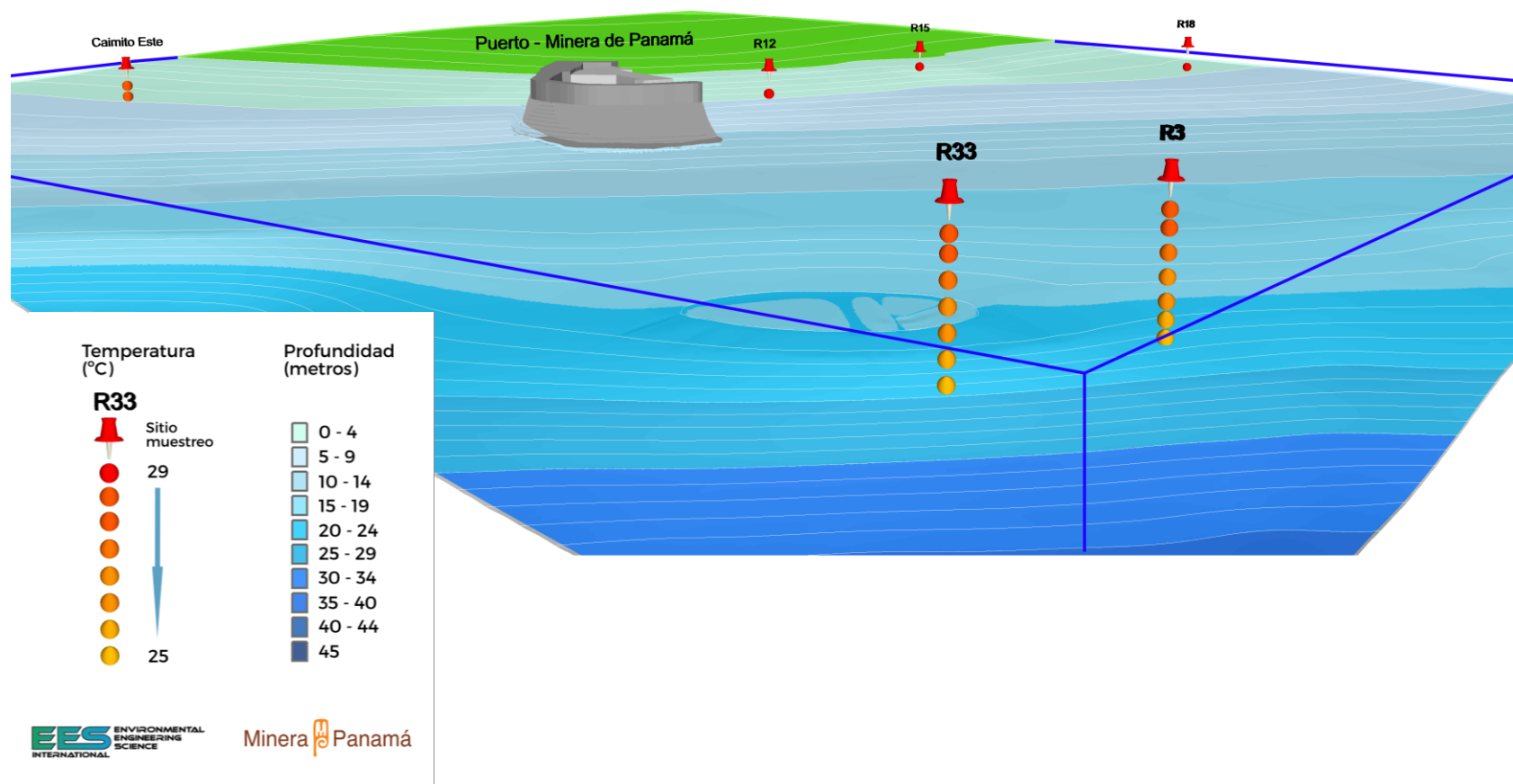


Figura 1. Perfiles de temperatura (°C) en la columna de agua en cada sitio de monitoreo.

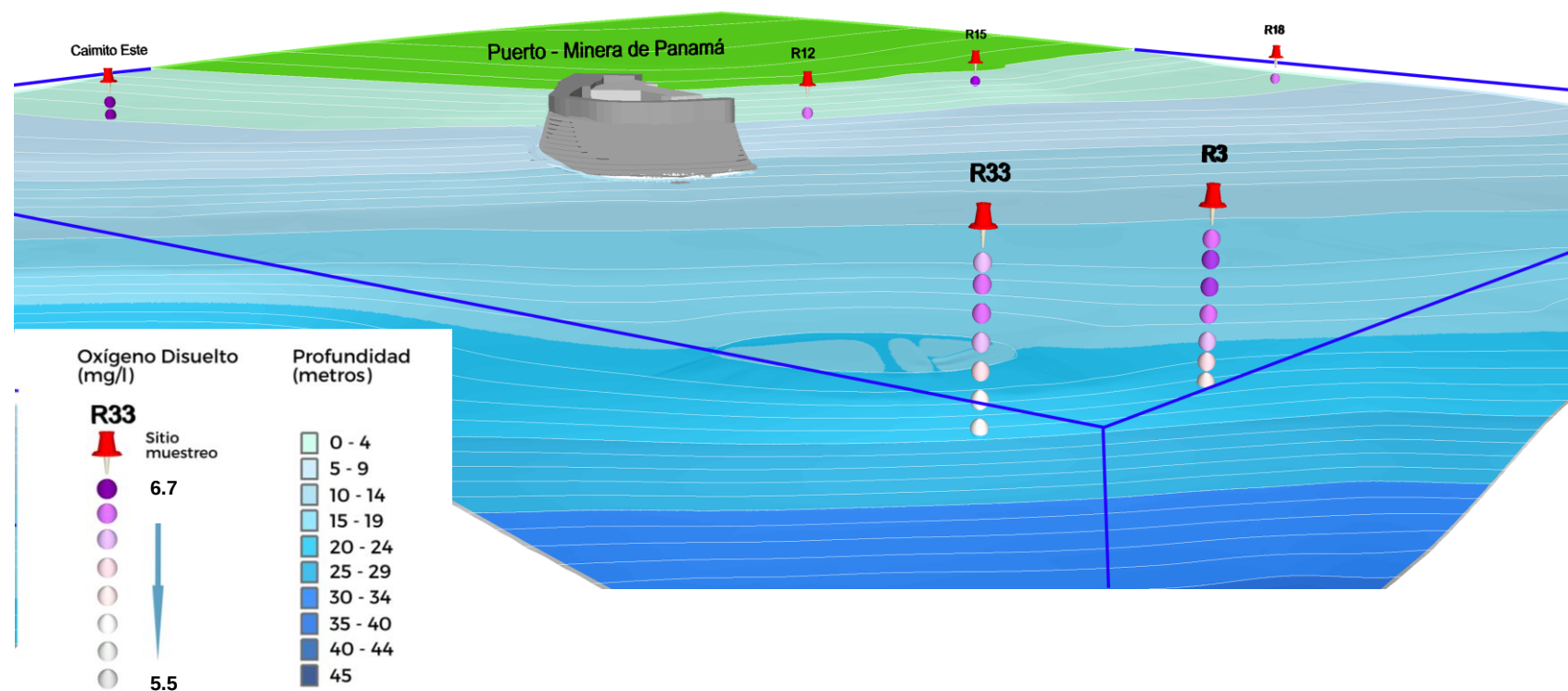


Figura 2. Perfiles de oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua en cada sitio de monitoreo.

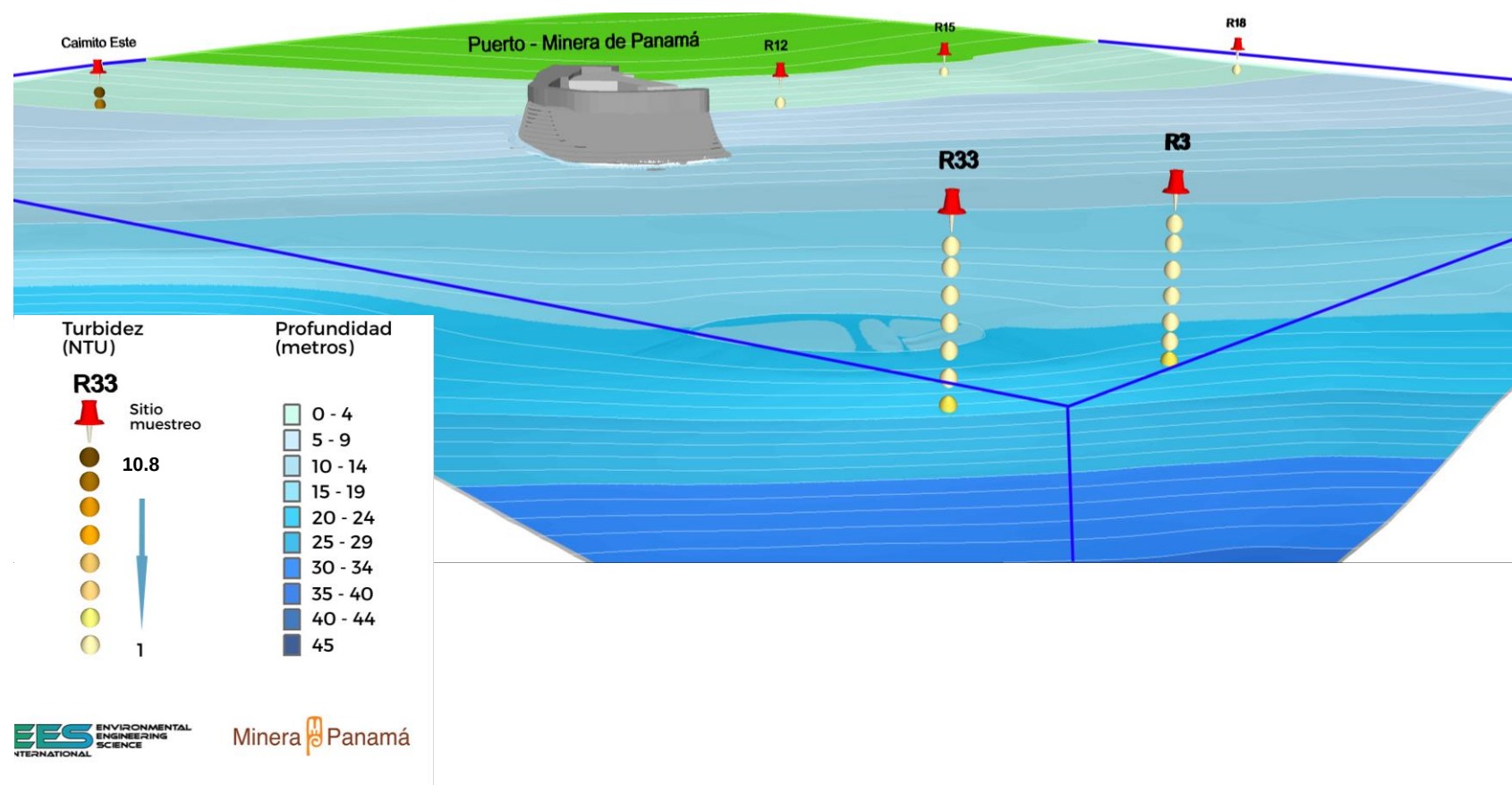


Figura 3. Perfiles de turbidez (NTU) en la columna de agua en cada sitio de monitoreo.

4.1.2. Química del agua marina

En el **Anexo 1** se incluyen los Informes de Ensayo de los análisis de laboratorio externo contratado por MINERA PANAMÁ de todos los análisis realizados en agua marina.

En relación a los resultados de calidad de aguas obtenidos, se destacan los siguientes puntos:

- Todos los sitios de muestreo presentan concentraciones en los parámetros analizados muy similares, sin diferencias significativas entre ellos. Son propios de aguas marinas del litoral del Caribe panameño, en donde no se aprecian efectos de la posible contaminación asociado con las obras de construcción del puerto o de la propia mina.
- Por su parte, el sitio de muestreo Caimito Este presenta, para algunos parámetros (TSD y nutrientes), concentraciones ligeramente más altas que el resto de sitios de muestreo, debido a que este punto se encuentra muy próximo a la desembocadura del río Caimito, que aporta este tipo de sustancias al agua procedente de la escorrentía de su cuenca.
- En ningún caso, las concentraciones de los parámetros analizados indican contaminación de origen antrópico, correspondiendo los valores más altos en el punto próximo a la desembocadura del río Caimito de origen telúrico.



Preparación de los equipos para el monitoreo submarino.



4.2. Calidad de sedimentos

4.2.1. Análisis granulométrico de sedimentos

Para el análisis granulométrico del sedimento, se utilizó el método de tamizado mecánicos de Folk (1957), siguiendo los procedimientos de la norma UNE-EN-ISO ISO 3310/1. Las muestras de sedimento marino se secaron en un horno Selecta a 110 ° C, por un período de 24 horas.

A continuación, se retiró 100 gramos de cada muestra seca, que se tamizaron sobre una batería completa de tamices (1 mm, 0.5 mm, 0.250 mm, 0.125 mm, 0.063 mm y <0.063 mm), a fin de separar las fracción gruesas (grava-arena-limos gruesos) y las fracciones finas (limos medios-arcillas) de cada muestra. Las fracciones retenidas en cada tamiz, se pesaron para determinar los porcentajes correspondientes a cada fracción.

Los resultados obtenidos indican que los fondos blandos que componen los diferentes sitios de muestreo son relativamente homogéneos en su composición granulométrica. Predominan las arenas medias a gruesas, sin diferencias significativas entre las muestras, y características del litoral caribeño. Caimito Este se comporta ligeramente diferente al resto de sitios, con mayor predominio de la componente de 0.125 mm.

Por consiguiente, no se aprecia efectos asociados con la construcción del Puerto o de las actividades de la mina, debido al escaso porcentaje de arenas finas y limos presentes en los sedimentos de los sitios someros de R12, R15 y R18 (más próximos a la costa y potencialmente influenciados) y los situados en áreas más profundas (R3 y R33). Los sitios T1 y T2 presentan una composición mayoritaria de arenas, al igual que E-4 y E-10.

En el **Gráfico 1** se representan de forma porcentual (%) la distribución granulométrica en cada sitio muestreado.

Por su parte, en los **Gráficos 2 al 11** adjuntos se incluyen las curvas granulométricas de cada sitio de muestreo correspondientes al monitoreo de noviembre 2021.

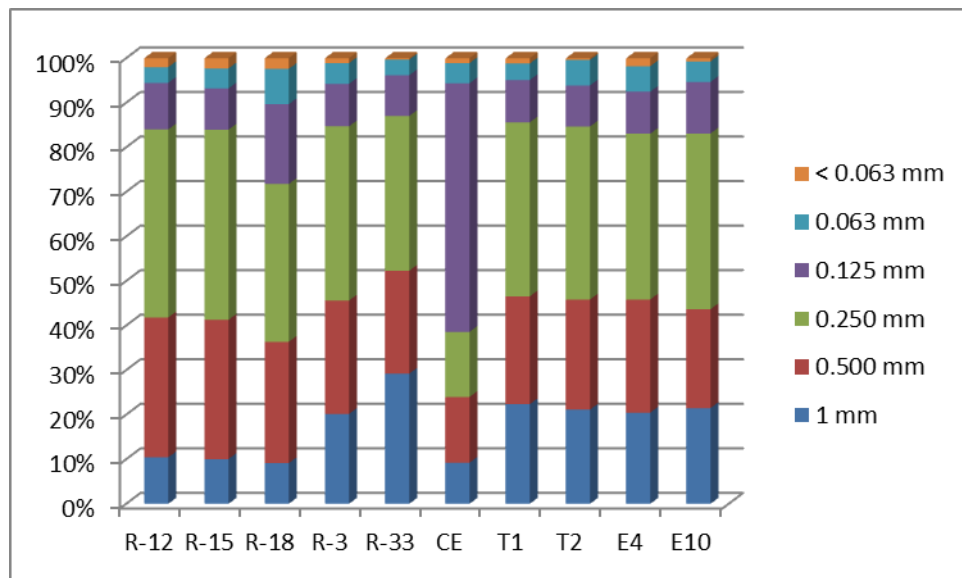


Gráfico 1. Distribución porcentual (%) de la composición granulométrica en los diferentes sitios de muestreo (gravas y arenas muy gruesas >2mm; arenas 0.06-2 mm; <0.06 mm arcillas y limos).



Toma de muestras de sedimentos del fondo marino con buceador de EES INTERNATIONAL, SA para análisis granulométrico y de contaminantes químicos.

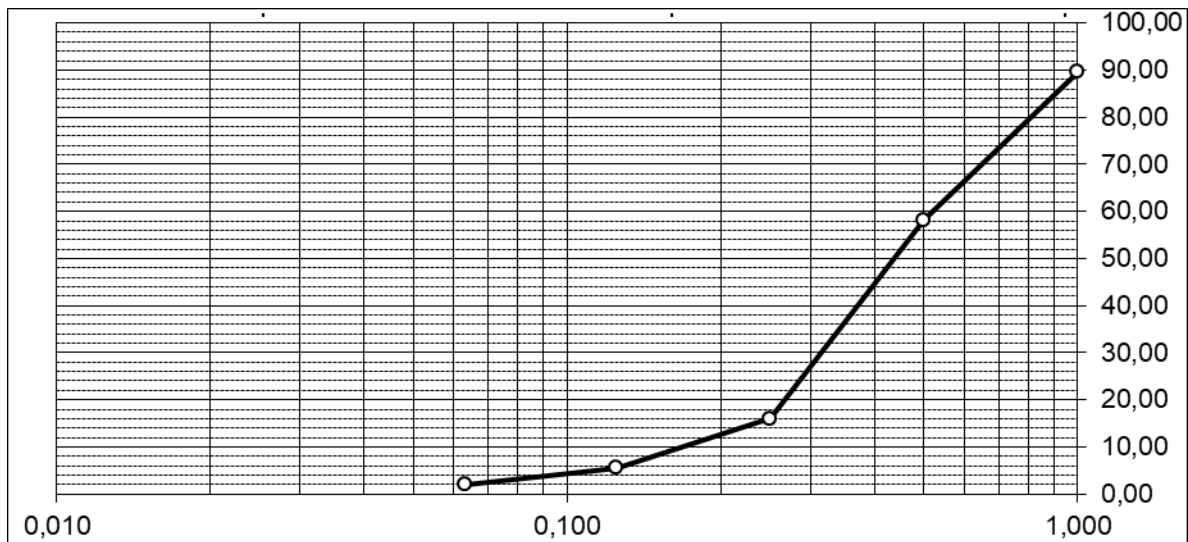


Gráfico 2. Curva granulométrica característica R12.

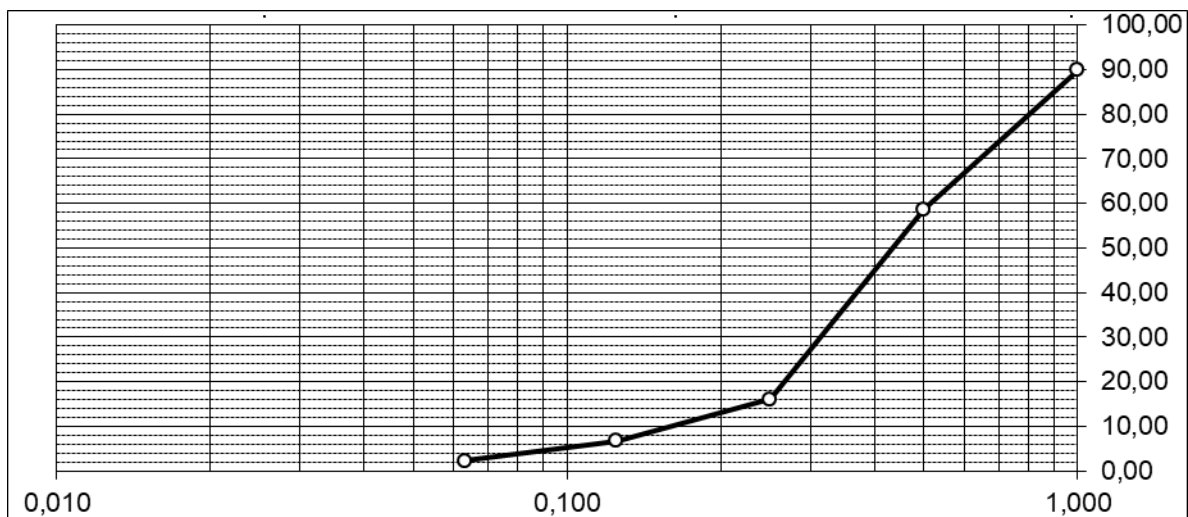


Gráfico 3. Curva granulométrica característica R15.

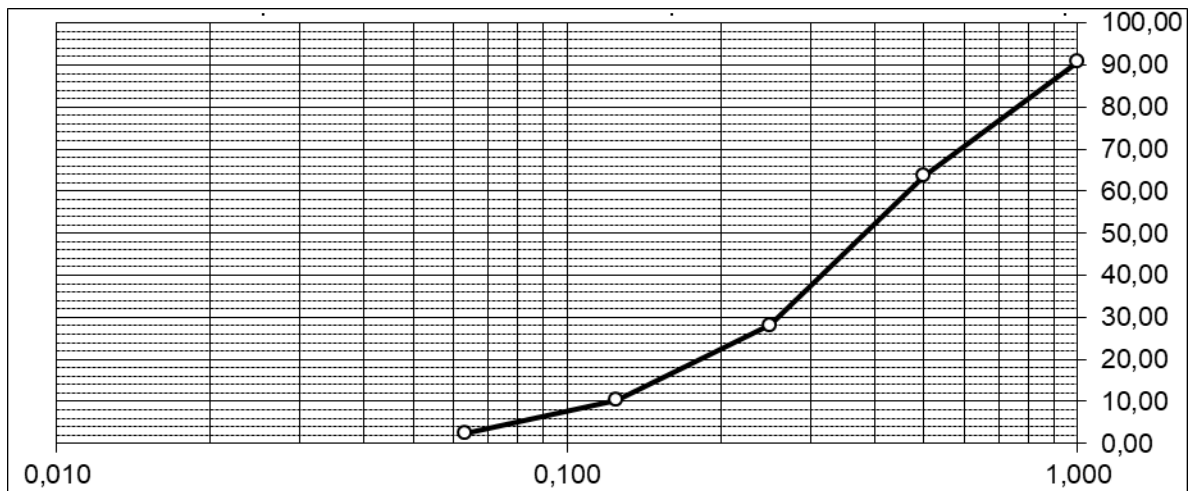


Gráfico 4. Curva granulométrica característica R18.

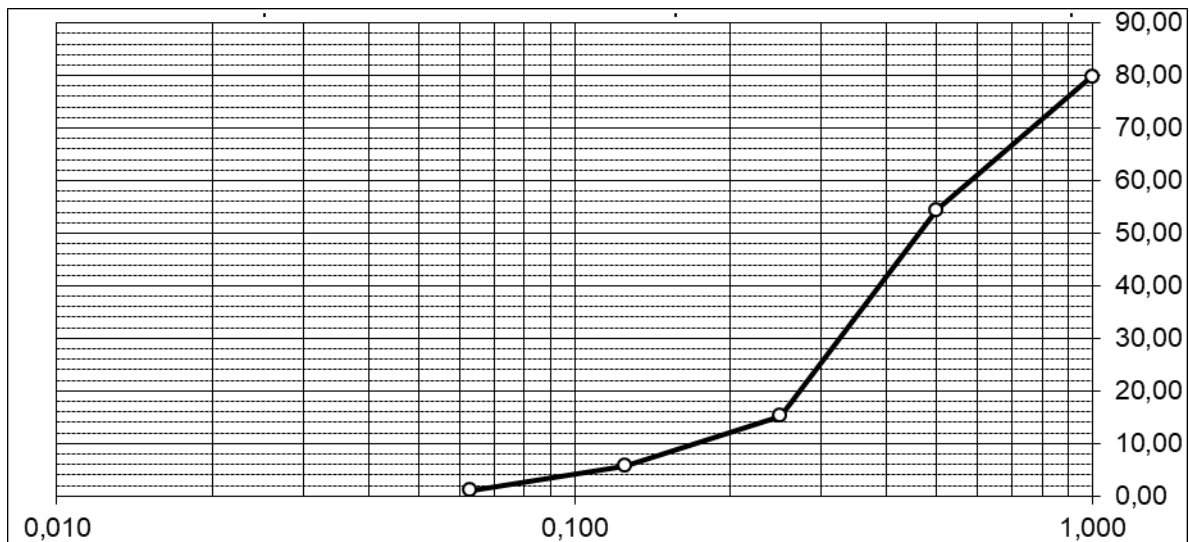


Gráfico 5. Curva granulométrica característica R3.

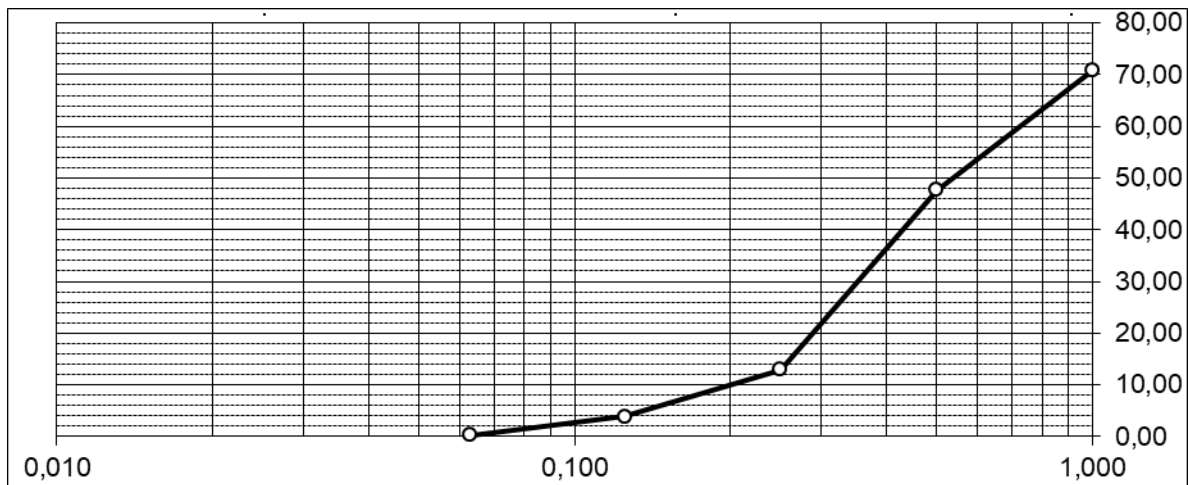


Gráfico 6. Curva granulométrica característica R33.

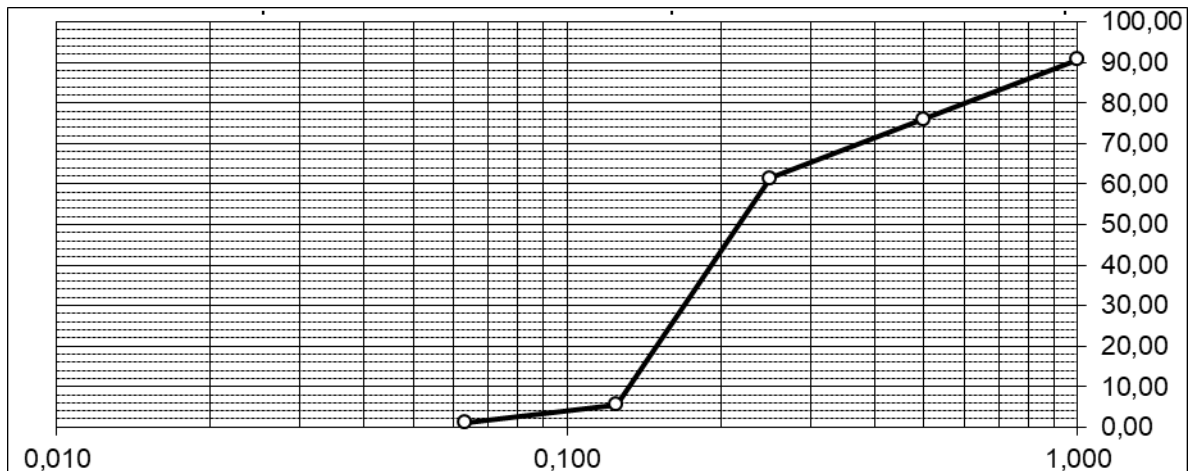


Gráfico 7. Curva granulométrica característica Caimito Este.

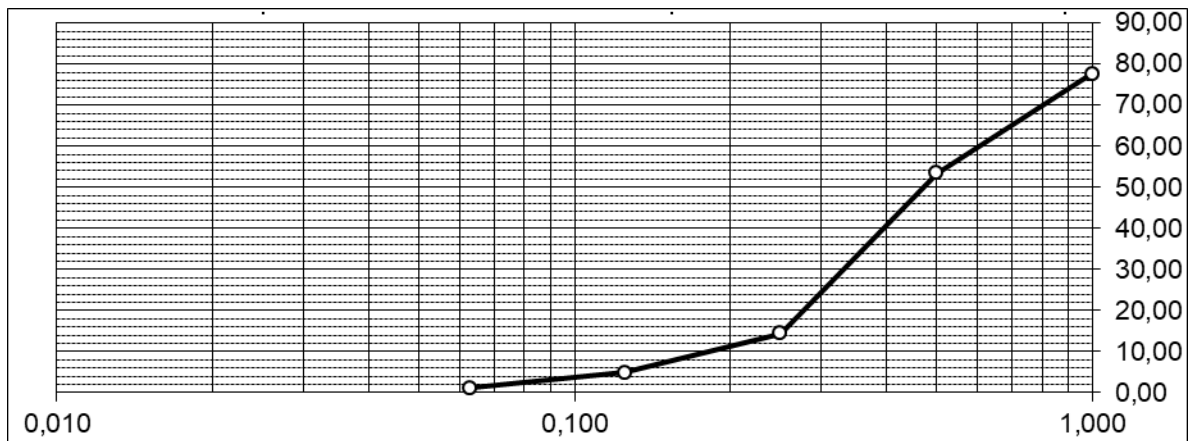


Gráfico 8. Curva granulométrica característica T1.

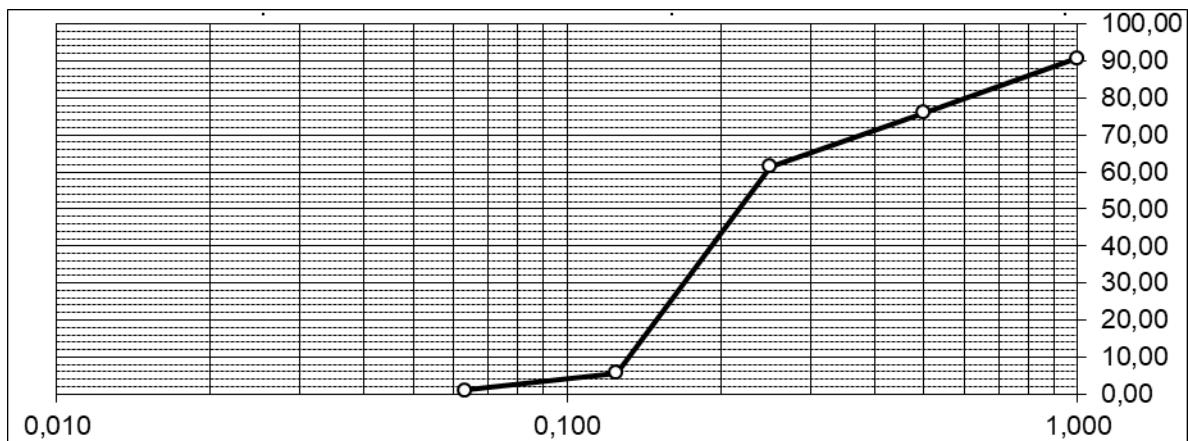


Gráfico 9. Curva granulométrica característica T2.

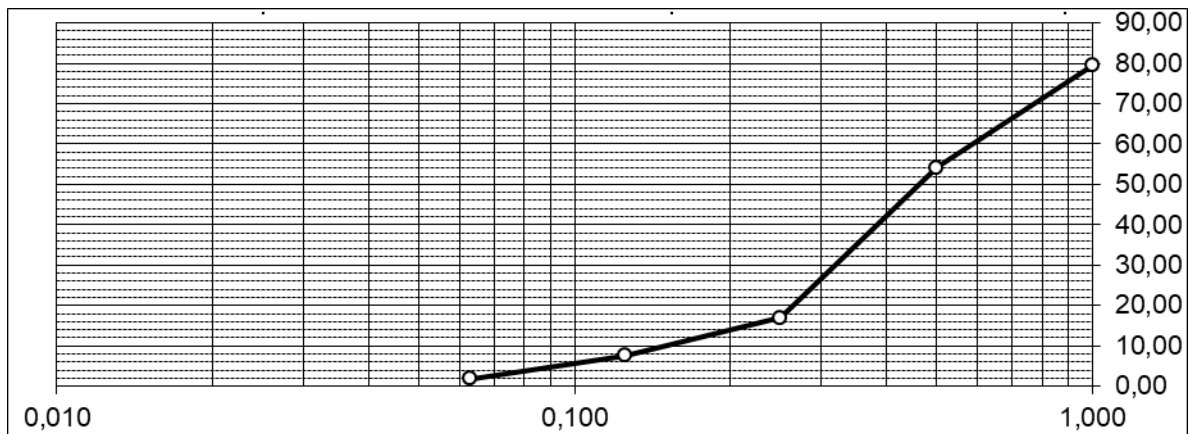


Gráfico 10. Curva granulométrica característica E-4.

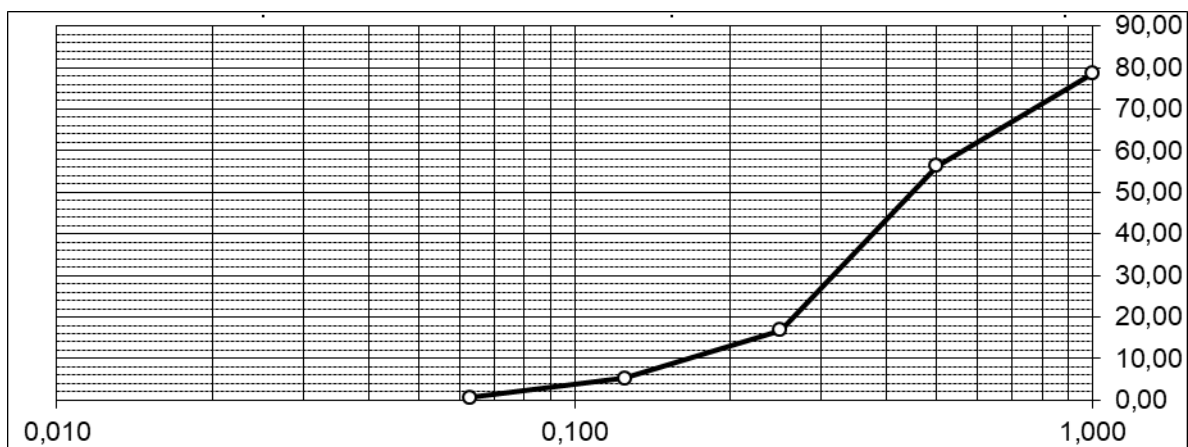


Gráfico 11. Curva granulométrica característica E-10.

4.2.2.



Análisis de contaminantes en sedimentos

En el **Anexo 1** se recogen los resultados de los análisis de metales pesados totales en sedimentos referido a mg/kg de materia seca (s.m.s.). Asimismo, durante este monitoreo se han realizado ensayos por cromatografía de Bifenilos Policlorados (PCBs) de siete formas y PCB totales, Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3) y un amplio grupo de Pesticidas Organoclorados y Organofosfatados.

En cuanto a los Bifenilos Policlorados (PCBs) de siete formas y PCB totales, todos los sitios muestreados presentan concentración en sedimentos por debajo de los límites de detección (LD) de los métodos analíticos empleados, lo que indica una concentración muy baja y no detectable y nula contaminación por estos compuestos.

Los Hidrocarburos Totales de Petróleo también aparecen con concentración en sedimentos por debajo de los límites de detección (LD) de los métodos analíticos empleados, lo que indica una concentración muy baja y no detectable y nula contaminación por estos compuestos.

Asimismo, los Pesticidas Organoclorados y Organofosfatados presentan concentración en sedimentos por debajo de los límites de detección (LD) de los métodos analíticos empleados, lo que indica una concentración muy baja y no detectable y nula contaminación por estos compuestos.

Para valorar el grado de contaminación por algunos metales pesados de los sedimentos se ha empleado el protocolo del Consejo Canadiense de los Ministerios del Ambiente (CCME, 1995). El protocolo canadiense contempla dos niveles de referencia (ver **Cuadro 5**): el límite de efectos bajos (LEB) y el límite de efectos altos (LEA), tanto para sedimentos de agua dulce como para sedimentos de agua marina. En los dos casos, el primero expresa la concentración por debajo de la cual la probabilidad de toxicidad es menor del 20% y el segundo define el nivel por encima del cual la probabilidad de toxicidad es mayor del 50%.

CUADRO 5. PROTOCOLO DEL CONSEJO CANADIENSE DE LOS MINISTERIOS DEL AMBIENTE (CCME).
SEDIMENTOS DE AGUA DULCE

ELEMENTO	LÍMITES EFECTOS BAJOS (LEB)	LÍMITE EFECTOS ALTOS (LEA)
	mg/kg de suelo	
Arsénico	5,9	17,0
Cadmio	0,6	3,50
Cromo	37,3	90
Cobre	35,7	197
Plomo	35	91,3
Mercurio	0,17	0,486
Zinc	123	315

Las concentraciones de cadmio han sido muy bajas (<0,3 mg/kg) y por debajo del LD, así como las de plomo por debajo del LD (<3,0 mg/kg) y zinc con valores muy bajos y muy inferiores al LEB. Solo el cromo en el sitio R-12 ha presentado una concentración por encima de LEB (42,6 mg/kg).



En el presente monitoreo, el cobre ha superado el valor LEB (35,7 mg/kg) en los sitios T1, CE, R16, E4 y R12, manteniéndose por debajo de los 90 mg/kg.

4.3. Análisis de metales pesados en pez león

Por su parte, en el **Anexo 1** se recogen los análisis de metales pesados totales en tejidos de pez león, seleccionado como especie objetivo, referidos a materia seca (s.m.s.).

Las concentraciones de metales pesados en tejidos del pez león han sido relativamente bajas en todos los sitios de muestreo.

Teniendo en cuenta la norma de referencia europea para contenido de metales pesados en productos alimentarios de carne de pescado (diferentes reglamentos CE 2006-2015), se cumple con el límite para plomo (0,30 mg/kg), cadmio (0,25 mg/kg) y mercurio (0,5-1,0 mg/kg). Para el resto de metales pesados no se cuenta con valores legales de referencia.



4.4. Hábitats de fondos duros

4.4.1. Introducción

En la costa del Caribe, en la parte central de Panamá, predominan las playas arenosas de poca pendiente y con fuerte oleaje, caracterizadas por poseer ecosistemas marinos sublitorales (arrecifes de corales) agrupados en pequeñas colonias asociados a rocas de origen basáltico.

Las formaciones coralinas asociadas a estos tipos de fondos se consideran arrecifes de tipo costeros, bordeante o someros, por encontrarse entre 1 o 5 metros. Sin embargo, también en algunas ocasiones estas formaciones se pueden encontrar entre los 25 y 35 m de profundidad, y están recubiertos por una capa delgada de organismos como plantas, esponjas y colonias aisladas de corales. Estos organismos, además de ser raros, son poco conocidos, y guardan una estrecha relación con otras especies que allí habitan, ya que son utilizados como recursos tróficos o refugio.

Los fondos duros rocosos juegan un rol importante en la ecología y la fauna típica asociada. La complejidad del sustrato que posean estos fondos, arenoso o rocoso, determinará el éxito de las especies que colonizan esta zona.

Los fondos duros profundos ubicados frente a Punta Rincón, poseen un sustrato rocoso variable entremezclado con arena. Las zonas profundas se caracterizan por poseer menor penetración de la luz y moderada a baja turbidez, lo que limita el crecimiento de ciertas especies y contribuye al desarrollo de otras como esponjas y colonias de corales. Por su parte, los fondos duros someros se caracterizan por presentar una alternancia de sustratos duros y parches de arena y una mayor penetración de la luz, aunque están expuestos de forma más intensa a la acción del oleaje y los aportes de agua dulce del continente.

Se presentan los resultados obtenidos en los muestreos de fondos duros, divididos en fondos profundos –que se corresponden con los sitios de muestreo R3 y R33- y los fondos someros –R12, R15 y R18-. Cabe indicar que, además de los reconocimientos visuales de los buceadores y su anotación en libretas, se ha empleado en este trabajo de forma novedosa la identificación automática de imágenes de cada cuadrante mediante la técnica CPCe (Coral Point Count con extensiones de Excel). Igualmente, se contó con el asesoramiento de especialistas en la identificación complementaria de los diferentes grupos biológicos.

4.4.2. Fondos duros profundos

Los resultados de porcentaje de cobertura (%) para el área muestreada de los diferentes grupos biológicos identificados en cada transecto en los sitios R3 y R33 de fondos duros profundos, se resumen en el **Cuadro 6**.

En el **Cuadro 7** se incluyen los porcentajes de cobertura (%) para el área muestreada de las principales especies –por grupos biológicos- reconocidas en los trabajos en R3 y R33.



CUADRO 6. COBERTURA (%) DE LOS DIFERENTES GRUPOS BIOLÓGICOS EN FONDOS DUROS PROFUNDOS

GRUPO BIOLÓGICO	R3	R33
Corales	11,2	10,1
Gorgóneas	2,4	3,4
Esponjas	13,1	10,6
Zoántidos	1,7	2,2
Macroalgas	0	0
Otras formas de vida	0,1	0,1
Coral con algas muertas	0	0
Algas coralinas	15,5	14,7
Corales enfermos	0	0
Fondo de arena y piedras	53,0	55,0
Desconocidos	3,0	3,9

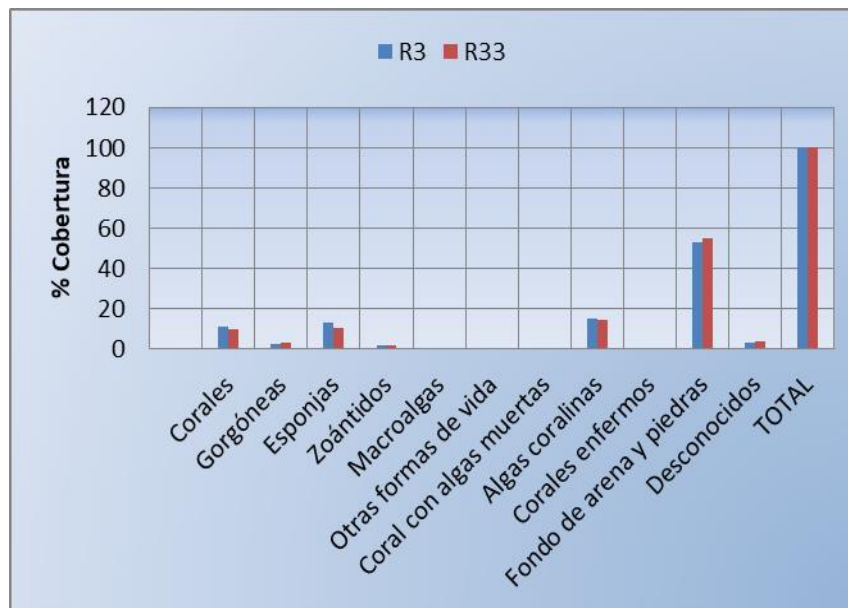


Gráfico 13. Comparativo entre los grupos biológicos de los sitios de muestreo de fondos duros profundos.



CUADRO 7. COBERTURA (%) DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN FONDOS DUROS PROFUNDOS

GRUPOS BIOLÓGICOS	NOMBRE DE LA ESPECIE	R3	R33
Corales	<i>Agaricia agaricites</i>	3,2	4,1
	<i>Agaricia lamarcki</i>	1,1	1,5
	<i>Agaricia undata</i>	2,2	3,0
	<i>Agaricia fragilis</i>	1,2	0,5
	<i>Agaricia grahamae</i>	1,6	0,5
	<i>Diploria clivosa</i>	0,5	1,0
	<i>Isophyllia sinuosa</i>	2,5	2,0
	<i>Favia fragum</i>	1,4	0,5
	<i>Mycetophyllia ferox</i>	1,1	0,5
	<i>Siderastrea siderea</i>	1,5	0,5
Algas	<i>Halimeda tuna</i>	3,7	4,5
	<i>Lobophora variegata</i>	3,5	0,5
	<i>Penicillus pyriformis</i>	1,1	1,5
	<i>Ventricaria ventricosa</i>	0,5	1,5
	<i>Galaxaura sp</i>	0,5	0,5
	<i>Dictyota menstrualis</i>	0,5	0,5
	<i>Amphiroa fragilissima</i>	2,2	0,5
	<i>Amphiroa rigida</i>	1,4	0,5
Esponjas	<i>Amphimedon compressa</i>	0,5	0,5
	<i>Aplysina cauliformis</i>	1,1	0,5
	<i>Aplysina fulva</i>	1,2	1,5
	<i>Callyspongia vaginalis</i>	0,5	1,5
	<i>Verungula rigida</i>	2,1	1,5
	<i>Clathrina primordialis</i>	0,5	2,5
Gorgoneas y coral blando	<i>Ircina campana</i>	0,5	0,5
	<i>Ircina strobilina</i>	0,5	0,5
	<i>Spirastrella coccinea</i>	0,5	0,5
	<i>Verongula gigantea</i>	0,1	0,1
	<i>Xestospongia muta</i>	1,5	1,5
	<i>Xestospongia subtriangularis</i>	1,5	3,5
	<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>	1,5	2,5
	<i>Pseudopterogorgia americana</i>	0,5	0,5
	<i>Muriceopsis flavida</i>	1,0	0,5
Ascidiea	<i>Ascideas sp</i>	1,3	2,5
Zooantidos	<i>Palytoa caribeorum</i>	0,5	0,5
Poliquetos	<i>Spirobranchus giganteus</i>	0,5	1,5
Crustaceos	<i>Panulirus argus</i>	0,5	0,5
Equinodermos	<i>Nemaster grandis</i>	0,5	0,5



Sitio de muestreo R3

Corales

En el transecto R3 se registraron colonias de corales formadoras de arrecifes de profundidad con un 11,2% de cobertura; entre las once especies registradas se puede mencionar como dominantes a las especies *Agaricia agaricites*, *Isophyllia sinuosa*, *Diploria clivosa*, *Agaricia undata* y *Sidastrea siderea*. Se trata de especies señaladas como pioneras en cuanto a la colonización de arrecifes de corales, por ser típicas de fases en reclutamiento inicial.

Algas o Algas Coralinas

En este punto por ser sitio profundo, predominaron las algas coralinas con un 15,5% de cobertura. El grupo de algas dominantes, en cuanto a diversidad, son las algas verdes (Clorofitas). Las algas rojas (Rodofitas) *Amphiroa fragilissima* y *A. rigida*, entre mezcladas junto a estas se encuentran *Labbiophora variegata* y *Penicillius pyriformis* especies con alto contenido de carbonato de calcio (algas coralinas incrustantes) y que juegan un papel fundamental en la consolidación y estabilización de los arrecifes de corales.

Esponjas

El grupo de las esponjas resultó ser el segundo más abundante y un 13,1% de cobertura; entre las principales especies se encuentran: *Clathrina primordialis*, *Ircina campana*, *Ircina strobilina*, *Spirastrella coccinea* y *Verongula gigantea*. La mayoría de estas especies aparecen formando colonias dispersas y de crecimiento moderado, lo que indica que la poca luz y la profundidad son los factores más limitantes para el crecimiento de este grupo de organismos en este sitio.

Gorgóneas

Las gorgóneas o corales blandos o falsos corales representaron un 2,4% de la cobertura en el sitio R3. En los dos transectos se registraron las especies *Pseudopterogorgia acerosa* y *Pseudopterogorgia americana*.

Desconocidos y otras formas de vida

Los grupos denominados como “desconocidos y otras formas de vida” representan el 3,0% de cobertura registrada, en las que se registran las Ascidiás y los invertebrados marinos como *Spirobranchus giganteus*, *Nemaster grandis*, *Panilirus argus* y el Crinoideo (*Nemaster grandis*).

Zooantidos

Otro grupo importante son los zooantidos, enmarcados en los corales blandos, representados por *Palytoa caribeorum* con 1,7% de cobertura en este transecto.



Sitio de muestreo R33

Corales

Los resultados del análisis de imágenes en este sitio profundo R33 señala que el 10,1% está constituido por once especies de corales; entre las especies más abundantes se puede mencionar *Agaricia agaricites*, *Agaricia undata*, *Diploria clivosa* y *Isophyllia sinuosa*.

Algas o Algas Coralinas

En este punto -por ser sitio profundo-, predominaron las algas coralinas con un 14,7% de cobertura, También en este sitio, el grupo de algas dominantes, en cuanto a diversidad, son las algas verdes como *Halimeda tuna*, *Lobophora variegata* y *Galaxaura sp*; y rojas (Rodofitas), dentro del cual se reportaron especies como *Amphiroa fragilissima* y *A. rigida*, juntas contribuyen a la formación calcárea del fondo rocoso de esta zona, Entremezclado con la roca, se encuentran áreas de arena, típica de las formaciones coralinas de algas de algunos fondos del Caribe.

Esponjas

El grupo de las esponjas resultó con un 10,6% de cobertura, Entre las especies más significativas se encuentran: *Aplysina cauliformis*, *Aplysina fulva*, *Aplysina lacumosa*, *Ircina campana*, *Ircina strobilina*, *Spirastrella coccinea*, *Verongula gigantea* y *Xestospongia muta*, Las condiciones son muy similares al sitio R3, ya que la mayoría de estas especies se reportan formando colonias dispersas y de crecimiento moderado, lo que indica que la poca luz y la profundidad son los factores más limitantes para el crecimiento de este grupo de organismos.

Gorgóneas

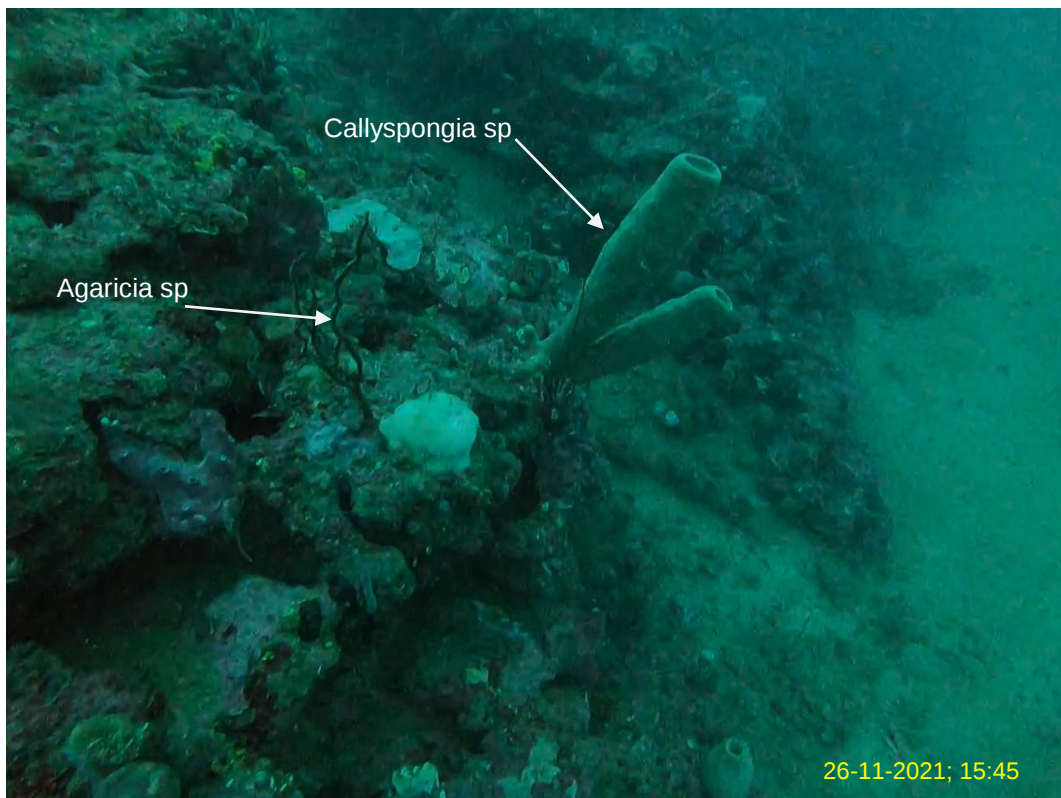
Las gorgóneas o corales blandos o falsos corales representaron un 3,4% de la cobertura, Las especies *Pseudopterogorgia amaericana* y *Pseudopterogorgia acerosa* fueron las más representativas.

Desconocidos y otras formas de vida

Los “desconocidos y otras formas de vida” representan el 3,9% de cobertura registrada, es decir en los que se encuentran las Ascidias y los invertebrados marinos como *Spirobranchus giganteus*, *Panilirus argus*, *Echinometra lucunter* y *Nemaster grandis*.

Zooantidos

Los zooantidos, al igual que en R3, están representados por *Palytoa caribaeorum* con 2,2% de cobertura.



Vista general del ecosistema de fondos duros (R3 foto superior y R33).



4.4.3. Fondos duros someros

Los resultados de porcentaje de cobertura (%) para el área muestreada de los diferentes grupos biológicos identificados en cada transecto en los sitios R12, R15 y R18 de fondos duros someros se resumen en el **Cuadro 8**.

Por su parte, en el **Cuadro 9** se incluyen los porcentajes de cobertura (%) para el área muestreada de las principales especies –por grupos biológicos- reconocidas en los trabajos.

GRUPO BIOLÓGICO	R12	R15	R18
Corales	5,5	5,8	4,5
Gorgóneas	1,0	2,5	1,5
Eponjas	7,8	7,5	6,5
Zoántidos	3,1	1,5	0,5
Macroalgas	0	0	0
Otras formas de vida	2,5	1,5	1,5
Coral con algas muertas	0	0	0
Algas coralinas	1,5	0,5	1,5
Corales enfermos	0	0	0
Fondo de arena y piedras	77	79	83
Desconocidos	1,6	1,7	1,0

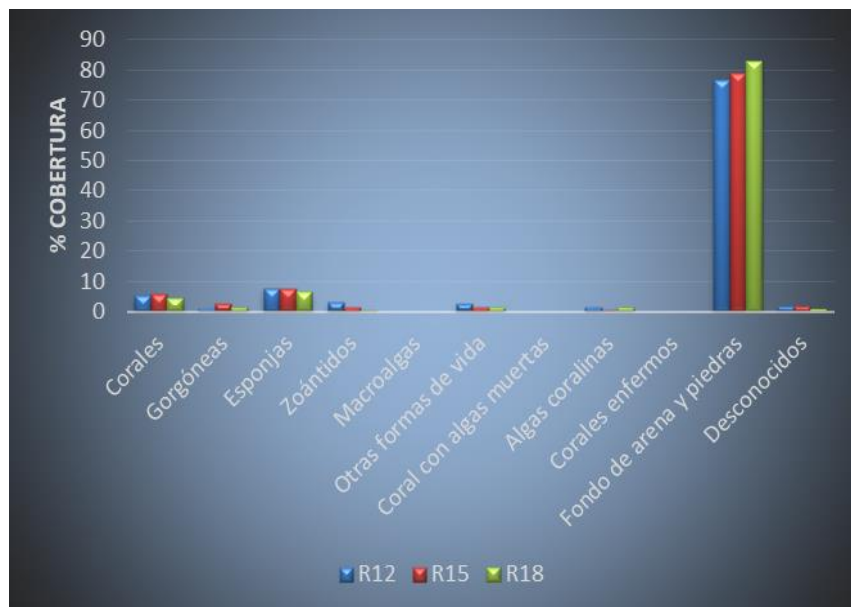


Gráfico 14. Comparativo entre los grupos biológicos de los sitios de muestreo de fondos duros someros.



CUADRO 9. COBERTURA (%) DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN FONDOS DUROS SOMEROS

TAXAS	ESPECIES	R12	R15	R18
Corales	<i>Agaricia agaricites</i>	3,5	2,5	2,5
	<i>Agaricia undata</i>	1,5	1	1,5
	<i>Agaricia fragilis</i>	0,5	0,5	0,5
	<i>Agaricia grahamae</i>	0,5	0,5	0,5
	<i>Diploria clivosa</i>	0,5	0,5	0,5
	<i>Porites asteroides</i>	2,5	3,5	1,5
	<i>Millepora sp</i>	2,5	0,5	2,5
Algas				
Clorofitas	<i>Halimeda tuna</i>	2,5	1,5	0,5
Faeofitas	<i>Dictyota menstrualis</i>	0,5	1,5	1,5
	<i>Padina pavonica</i>	0,5	0,5	1,5
Rodofitas	<i>Amphiroa fragilissima</i>	0,5	0,5	2,5
Poríferos (Esponjas)	<i>Aplysina cauliformis</i>	0,5	0,5	0,5
	<i>Aplysina fulva</i>	1,5	1,5	1,5
	<i>Callyspongia vaginalis</i>	3,5	2,5	1,5
	<i>Clathrina primordialis</i>	7,5	3,5	0,5
	<i>Ircinia campana</i>	0,5	0,5	0,5
	<i>Xestospongia muta</i>	0,5	1,5	0,5
Gorgóneas	<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>	0,5	1	0,5
	<i>Pseudopterogorgia americana</i>	0,5	1,5	1,5
	<i>Muriceopsis flavida</i>	0,5	1,5	2,5
Zooantido	<i>Palytoa caribaeorum</i>	1,5	5	0,5
Otros	<i>Ascidias sp</i>	1,5	0,5	0,5
Poliquetos	<i>Spirobranchus giganteus</i>	0,5	0,5	1,5
Crustáceos	<i>Panulirus argus</i>	0,5	0,5	0,5
Equinodermos	<i>Echinometra lucunter</i>	3,5	2,5	2,5

Este tipo de fondo costero somero o bordeante se caracteriza por presentar restos de promontorios rocosos o arrecifes fósiles, alternados con playas arenosas y rocas de origen basáltico. En estos transeptos predominó este tipo de fondo, para el sitio R12 con 77%; el sitio R15 con 79% y para R18 con 83%. Entre los aspectos más limitantes se encuentra el oleaje - que puede llegar a ser muy fuerte en algunas épocas del año- y la sedimentación proveniente de los ríos y quebradas que desembocan en esta zona, que son distribuidos a lo largo de la costa por las corrientes y las olas.

Corales

Los arrecifes de esta área muy cercanos a la costa son colonias que deben adaptarse al embate de las corrientes, oleaje y a la sedimentación. Se registró un total de siete especies, formadas principalmente por especies pioneras como *Siderastrea siderea*, *Agaricia undata*, *Agaricia agaricites* y *Porites asteroides*, este último el más representativo de este tipo de fondo. De esta forma, R12 con un 5,5% de cobertura, R15 con un 5,8% y R18 con 4,5% de cobertura de en todo el transepto.



Algas y Algas Coralinas

En las costas del Caribe no es común encontrar algas y algas coralinas asociadas a tipos de fondos arenosos; así los porcentajes registrados para este grupo biológico fueron en R12 con 1,5%, R15 con 0,5% y R18 con 1,5%, ligeramente inferior a otros monitoreos. Sin embargo, se visualizó cerca de los transeptos algas como *Halimeda tuna*, *Amphiroa fragilissima*, *Chondrophycus papillosus*, *Dictyota menstrualis*, *Padina pavonica* y *Galaxaura obtusata*.

Esponjas

Los poríferos son los organismos más conspicuo y abundante y en gran parte los primeros colonizadores de fondos rocosos; pueden alcanzar un número, tamaño y forma de acuerdo a las condiciones de oleaje, corrientes, turbidez y sedimentación.

Para este grupo, en el transepto R12 la cobertura fue de 7,8%, en el transepto R15 de 7,5% y en el transepto R18 de 6,5%. Entre las formas más comunes podemos señalar *Aplysina cauliformis*, *Aplysina fulva*, *Clathrina primordialis*, *Ircina campan* y *Xestospongia muta* y el éxito de estas esponjas no están limitada por el oleaje ni la sedimentación.

Gorgóneas

Las gorgóneas o corales blandos o falsos corales representaron una cobertura para el sitio R12, con 1,0%, para R15 con 2,5% y para R18 con 1,5%. Las especies *Pseudopterogorgia amaericana*, *Pseudopterogorgia acerosa* y *Muriceopsis flavida* fueron las más representativas.

Zoantidos

Las zoantidos o falsos corales blandos como también se les conoce, representaron en el sitio R12, con 3,1% para R15 con 1,5% y para R18 con 0,5%. Las especies más representativas es *Palytoa caribaerum*.

Desconocidos y otras formas de vida

Entre los “desconocidos y otras formas de vida” se encuentran las Ascidiar y los invertebrados marinos como *Spirobranchus giganteus*, *Panilirus argus* y *Echinometra lucunter* que representan para R12 con 1,6%, para R15 con 1,7% y para R18 con 1,0%.



Vista general del ecosistema de fondos duros someros (R15).



Vista general del ecosistema de fondos duros someros (R12).



4.4.3. Zonas próximas a la terminal de carga

Los resultados de porcentaje de cobertura (%) para el área muestreada de los diferentes grupos biológicos identificados en cada transecto en los sitios próximos a la terminal de carga del puerto -T1 y T2-, se resumen en el **Cuadro 10**.

CUADRO 10. COBERTURA (%) DE LOS DIFERENTES GRUPOS BIOLÓGICOS EN LAS ZONAS PRÓXIMAS A LA TERMINAL DE CARGA		
GRUPO BIOLÓGICO	T1	T2
Corales	0	0
Gorgóneas	0	0
Eponjas	0	0
Zoántidos	0	0
Macroalgas	0	0
Otras formas de vida	0	0
Coral con algas muertas	0	0
Algas coralinas	0	0
Corales enfermos	0	0
Fondo de arena y piedras	100	100
Desconocidos	0	0

En estos dos sitios de monitoreo predominan claramente los fondos blandos, formados en su totalidad por arena fina a media. No se han observado la presencia de formas de vida en el sedimento, como corales, gorgóneas, esponjas o zoántidos, ni manchas o residuos de otro tipo.

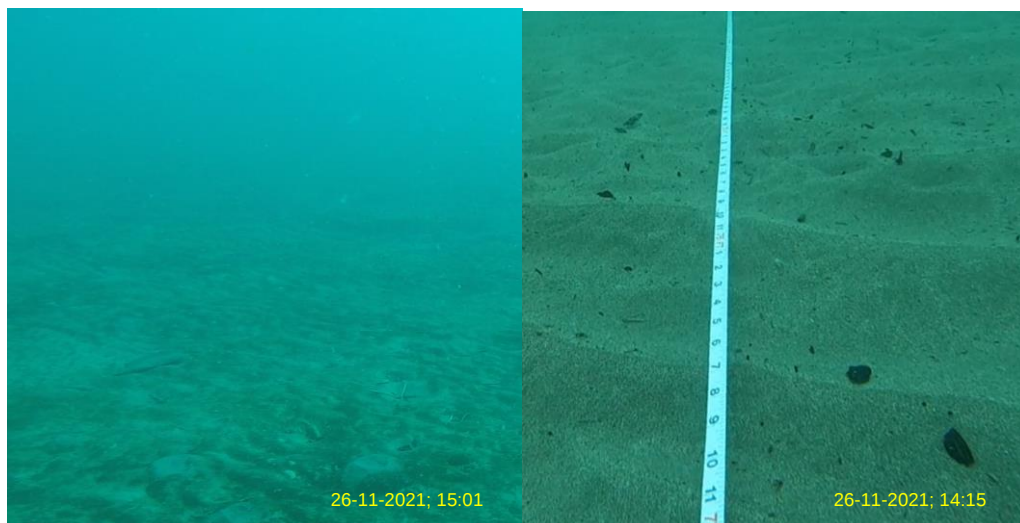


Imagen del fondo en T1

Imagen del fondo en T2



4.4.4. Comparación entre comunidades de fondos duros

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para cada tipo de hábitats, se pueden realizar las siguientes comparaciones entre las comunidades de fondos duros profundos y someros:

- Para encontrar similitudes entre los diferentes sitios de monitoreo teniendo en cuenta las coberturas de los grupos biológicos registrados, se ha efectuado un análisis multivariante tipo cluster. El análisis cluster es un conjunto de técnicas multivariantes utilizadas para clasificar a un conjunto de muestras en grupos homogéneos. La diferencia con el análisis discriminante reside en que en el análisis cluster los grupos (sitios de monitoreo) son desconocidos a priori y son precisamente lo que queremos determinar; mientras que en el análisis discriminante, los grupos son conocidos. En el **Gráfico 15** se representa la ordenación jerárquica de los sitios de monitoreo a partir del análisis cluster.

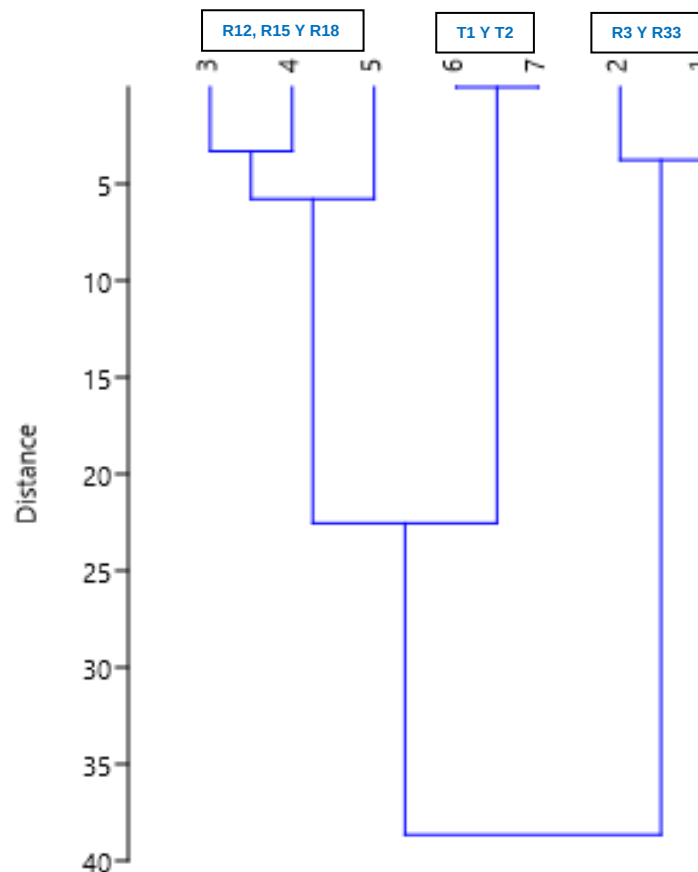


Gráfico 15. Clasificación de los sitios de monitoreo en función de los grupos del bentos marino presente en cada uno de ellos.



- Las comunidades de fondos duros en los dos sitios profundos (R3 y R33) son muy similares, predominando el grupo de las esponjas y seguido de los corales adaptados a las condiciones oceanográficas de este tipo de hábitats. En principio, el sitio R3 ha contado con mayor cobertura de especies, pero sin ser una diferencia significativa. Entre los corales predominan *Agaricia agaricites*, *Agaricia undata*, *Diplora clivosa* y *Porites asteroides*.
- Los fondos duros someros (R12, R15 y R18) presentan comunidades muy parecidas entre sí y diferentes de los fondos duros profundos. Entre los corales se registró un total de siete especies, formadas principalmente por especies pioneras como *Siderastrea siderea*, *Agaricia undata*, *Agaricia agaricites* y *Porites astreoides*, este último el más representativo de este tipo de fondo. Entre las esponjas se pueden destacar *Aplysina cauliformis*, *Aplysina fulva*, *Callyspongia vaginalis*, *Clathrina primordialis*, *Ircina campan* y *Xestospongia muta*, no estando limitados por el oleaje ni la sedimentación.
- Las gorgóneas o corales blandos o falsos corales de los sitios de muestreo en fondos duros profundos y someros fueron muy parecidas, destacando las especies *Pseudopterogorgia amaericana*, *Pseudopterogorgia acerosa* y *Muriceopsis flavida*.
- En las costas del Caribe no es común encontrar algas y algas coralinas asociadas a tipos de fondos arenosos; así los porcentajes registrados para este grupo biológico fueron ligeramente inferior a otros grupos biológicos. Sin embargo, se visualizó cerca de los transeptos algas como *Halimeda tuna*, *Amphiroa fragilissima*, *Chondrophycus papillosus*, *Dictyota menstrualis*, *Padina pavonica* y *Galaxaura obtusata*.
- El grupo de las otras formas de vida y los desconocidos conformados por especies de invertebrados marinos, se pueden mencionar las especies como Ascidiar, langosta *Panillurus argus*, poliquetos como *Spirobranchus giganteus*, *Echinometra lucunter*, y el Crinoideo *Nemaster grandis*.
- Los sitios T1 y T2 presentan un sustrato dominado mayoritariamente (>99%) por las arenas finas a medias, en las que no se han registrado especies típicas de fondos duros, con la ausencia de corales y otras formaciones biológicas de interés. Forman claramente un grupo diferente al resto de sitios de monitoreo, aunque con una cierta similitud con los sitios someros por la composición, también alta en éstos (>75%) de arenas y piedras en el sustrato.
- Por comparación con los resultados obtenidos en anteriores monitoreos, se destaca que no se han encontrado diferencias que superen el 5-10% de cobertura o composición de especies, lo que indica una escasa diferencia en los resultados obtenidos. Estas diferencias son normales, ya que la metodología seguida tiene una incertidumbre relativa, debida principalmente a la posición del transecto y cuadrante que pueden variar de unos monitoreos a otros.



Coral de Fuego Millepora sp.



Esponja del genero Aplysina.



Coral cerebro Diploria clivosa sp en aguas someras.



Coral Siderastrea siderea.



4.5. Hábitats de fondos blandos

4.5.1. Introducción

La fauna bentónica de fondos blandos es la comunidad de organismos que vive en estrecha relación con el fondo de los ecosistemas acuáticos en donde predominan materiales con una alta composición granulométrica en arenas a limos.

Comprende una gran diversidad de grupos taxonómicos, destacando los poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos, cuyas capacidades de natación o ambulación son reducidas o ausentes y su periodo de vida les permite mostrar respuestas a las variaciones ambientales, haciéndolos útiles para evaluar posibles impactos que podrían generar las actividades de origen antropogénico.

Es por ello, que la fauna bentónica de fondos blandos es evaluada con interés y así poder comprender la reacción y efecto de la biota marina ante los probables indicios de contaminación o alteración ambiental (Gray, 1981; Levinton 1982).

Con este fin, se procedió al muestreo de los fondos blandos de los diez (10) sitios de muestreo, con la recolección de muestras para el estudio de la composición y abundancia de las especies del bentos marino de fondos blandos, así como el estudio de su estructura teniendo en cuenta los principales índices estructurales. En definitiva, se pretende valorar el posible impacto de las operaciones de la mina y el puerto de Punta Rincón sobre estas comunidades.

4.5.2. Composición y abundancia

Se muestrearon 10 estaciones, de las cuales se cuantificó un total de 15447 individuos y se identificaron 3 Phyla, 5 Clases, 27 Órdenes y 34 Familias. Con 46 taxones registrados, el bentos está constituido mayoritariamente por Moluscos con 28 especies, en menor proporción los Poliquetos con 6 y Crustáceos con 3 taxones (se resumen en el **Cuadro 11**).



CUADRO 11. LISTA TAXONÓMICA DE LOS GRUPOS IDENTIFICADOS EN LA COMUNIDAD BENTÓNICA DE FONDOS BLANDOS

Phylum	Clase	Orden	Familia
Annelidos	Polychaeta	Eunicida	Onuphidae
Moluscos		Phyllodocida	Glyceridae
		Malelonida	Magelonidae
		Canalipalpata	Sabellidae
		Scolecida	Paraonidae
		Capitellida	Arenicolidae
		Bivalvos	Veneroida
	Gasteropodos	Cardiida	Tellinidae
		Venerida	Veneridae
		Mytiloida	Mytilidae
		Neogastropoda	Mangeliidae
			Cancellariidae
			Nassariidae
		Sorbeoconcha	Olivellidae
			Cerithiidae
		Caenogastropoda	Naticidae
			Marginellidae
		Archaeogastropoda	Epitoniidae
		Mesogastropoda	Littorinidae
		Heterobranquios	Pyramidellidae
		Trochida	Tegulidae
			Phasiaellidae
		Neotaenioglossa	Cerithopsidae
		Ellobiida	Ellobioidea
		Lepetellida	Fissurellidae
		Pyramidellida	Pyramidellidae
		Littorinimorpha	Eulimidae
			Triviinae
Littorinidae			
Cymatidae			
	Cephalaspia	Retusidae	
		Haminoeidae	
Scaphopoda	Gadilida	Gadilidae	
Crustaceos	Malacostrata	Amphipoda	Gammaridae
		Isopodo	
		Cumacea	
3	5	27	34



Los resultados globales de la composición y abundancia (ind/m²) de las especies y grupos del bentos marino, tanto para las estaciones profundas (R3 y R33 en conjunto), como someras (T1, T2, R12, R15, R18 y Caimito Este) se resumen en el **Cuadro 12**.

CUADRO 12. RESULTADOS CUANTITATIVOS DEL BENTOS BLANDO (IND/m ²)											
TAXÓN	ESTACIONES										
	R-18	E-4	Caimito Este	E-10	T-1	T-2	R-33	R-15	R-3	R-12	Total
Cerithium sp.	240						60	2100		180	2580
Epitonium sp.								30		10	40
Anachis sp.	50			13				150		240	453
Nassarius sp.	10	20					210	60	150	45	495
Diplodonta sp.			10	15							25
Natica sp.	210			43	67		140	210	45	56	771
Tellina sp.	156	67		47	35		48	159	23	120	655
Olivella sp.	15	25	56			143	240	215	137	167	998
Rissoina sp.	36						67	670	78	145	996
Littorina sp.	33	15		13				90		46	197
Retusa sp.	36		13	13		52	43	210		230	597
Persicula sp.	13			23			450	123	65	246	920
Balcis sp.	13		13				65	236		40	367
Turbonilla sp.	13						58	13	69	13	166
Cerithiopsis sp.				13			47	147		13	220
Cadulus sp.	13						13				26
Thiphora sp.				13				50	146	30	239
Trivia sp.								56			56
Tegula sp.	13	13		13			124	234	78	30	505
Mangelia sp.	12			13			13	35	30	45	148
Fissurella sp.	44			13				13		66	136



CUADRO 12. RESULTADOS CUANTITATIVOS DEL BENTOS BLANDO (IND/m²)

TAXÓN	ESTACIONES										
	R-18	E-4	Caimito Este	E-10	T-1	T-2	R-33	R-15	R-3	R-12	Total
Hyalina sp	13		13							75	101
Cymatium sp.										13	13
Tricolia sp.	13										13
Acmaea sp.	145			13		130				13	301
Emarginula sp.	26						155	26	120		327
Prunum sp.	13						26	13		150	202
Cancellaria sp.								26			26
Brachidontes sp.								13			13
Nerita sp.	13									13	26
Cittorina sp.										13	13
Onuphidae		13								26	39
Glycera sp.	52	52	13		13	125	155				410
Mangelona sp.	26						13			245	284
Cirratulidae	65				65				13		143
Capitellidae	13				13				13	26	65
Sabella sp.	13				52	65					130
Paraonidae			13		52						65
Arenicola sp.	13				210	52				13	288
Goniadidae	13					123				13	149
Gammaridae	52	26	52			13					143
Isopodo			13	210						13	236
Cumacea			13	13							26
Anfipodo	13				26	91				13	143
Cerithium sp.	240						60	2100		180	2580



CUADRO 12. RESULTADOS CUANTITATIVOS DEL BENTOS BLANDO (IND/m²)

TAXÓN	ESTACIONES										
	R-18	E-4	Caimito Este	E-10	T-1	T-2	R-33	R-15	R-3	R-12	Total
Epitonium sp.								30		10	40

La distribución espacial del número de especies (ver **Gráfico 16**) de los principales taxa permitió evidenciar la dominancia de los moluscos en todas las localidades especialmente en R-12, R-3 y R-15. Del análisis de la abundancia acumulativa por localidades monitoreadas se puede señalar que hay tres grupos de acuerdo al número de individuos cuantificados: con un mayor número se registraron las localidades R-15 con 4870 ind/m², R-12 con 2348 ind/m² y R-33 con 1927 ind/m². Las de menor abundancia fueron E-4 con 23 ind/m² y Caimito Este con 209 ind/m².

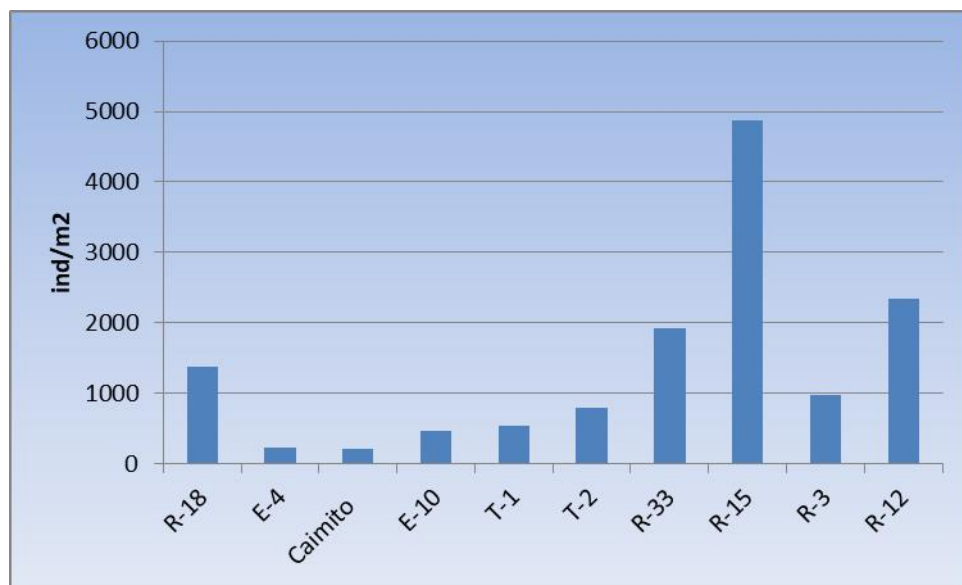


Gráfico 16. Distribución espacial de los principales taxa de la fauna bentónica.

Entre las especies, destaca la dominancia de los moluscos *Cerithium sp.*, especialmente en R-15, *Persicula sp.*, muy presente en todos los sitios de monitoreo y *Olivella sp.* y *Risonia sp.*

Para encontrar similitudes entre los diferentes sitios de monitoreo teniendo en cuenta las especies del bentos de fondos blandos identificadas en cada uno, se ha efectuado un análisis multivariante tipo cluster (**Gráfico 17**).

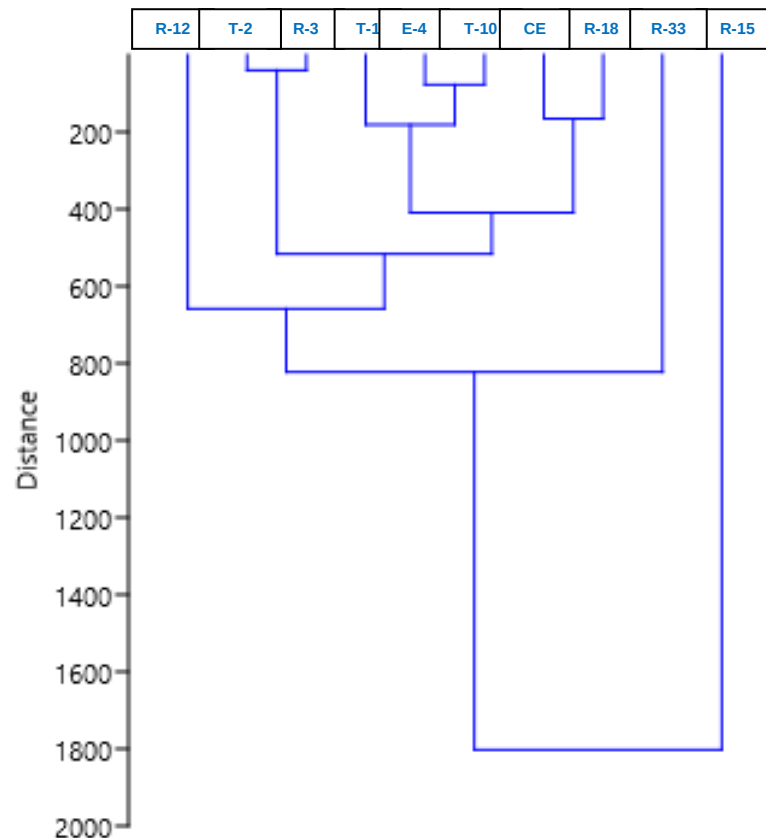


Gráfico 17. Clasificación de los sitios de monitoreo en función de los grupos del bentos blando marino presentes en cada uno.

Teniendo en cuenta el análisis de clasificación, no se han registrado comunidades diferentes en función de la composición del bentos blando.

Con excepción del sitio de monitoreo R-15, el resto de sitios presentan una elevada similitud en cuanto a la composición de especies, independiente de la profundidad, tipo de sustrato (muy similar entre ellas) o la composición físico-química del agua y otros elementos oceanográficos (corrientes, marea, etc).

El sitio de monitoreo R-15 presenta una mayor densidad de especies (4879 ind/m²) con respecto al resto de estaciones, con la dominancia de *Ceratum* sp y *Rissoina* sp y una significativa representación de especies de moluscos y anélidos.



4.5.3. Estructura de la comunidad

Se muestran en el **Cuadro 13** los resultados de los índices estructurales del bentos marino.

CUADRO 13. ÍNDICES ESTRUCTURALES DE LA COMUNIDAD DEL BENTOS BLANDO										
INDICES	R-18	E-4	CAIEST	E-10	T-1	T-2	R-33	R-15	R-3	R-12
Taxa_S	31	8	10	15	9	9	18	23	13	31
Individuals	1390	231	209	468	533	794	1927	4879	967	2348
Dominance_D	0,09	0,17	0,16	0,23	0,21	0,14	0,11	0,22	0,11	0,07
Simpson_1-D	0,91	0,83	0,84	0,77	0,79	0,86	0,89	0,78	0,89	0,93
Shannon_H	2,86	1,91	2,08	2,08	1,85	2,07	2,49	2,17	2,35	2,94
Evenness_e^H/S	0,56	0,84	0,80	0,53	0,71	0,88	0,67	0,38	0,80	0,61
Brillouin	2,80	1,82	1,96	2,00	1,81	2,03	2,46	2,15	2,31	2,90
Menhinick	0,83	0,53	0,69	0,69	0,39	0,32	0,41	0,33	0,42	0,64
Margalef	4,15	1,29	1,69	2,28	1,27	1,20	2,25	2,59	1,75	3,87
Equitability_J	0,83	0,92	0,90	0,77	0,84	0,94	0,86	0,69	0,92	0,86
Taxa_S	31	8	10	15	9	9	18	23	13	31

Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener se mantuvieron en el rango de 1,8-2,9 bits, con una excepción en la que se registraron pocas especies e individuos en T-1 (1,8 bits). Las mayores diversidades se han dado en los sitios R-12 (2,9 bits), R-33 (2,4 bits) y R18 (2,8 bits). Con el índice de diversidad de Margalef se obtienen resultados similares, aunque presenta un mayor valor en el R-15, al tener una densidad de especies significativamente más elevada que el resto.

La distribución espacial de la macroinfauna asociada a fondos blandos frente a Punta Rincón presenta comunidades típicas de hábitats caribeños y poco alteradas por las operaciones de la mina y el puerto, en donde las variables ambientales profundidad y localización geográfica no tienen mayor influencia sobre su estructura y distribución; es decir, no hay mayores diferencias en cuanto a la composición por taxa entre las estaciones profundas y someras.

Asimismo, no se presentaron especies características de las asociaciones y, en la mayor parte de los sitios, hay pocas especies abundantes, dominantes o frecuentes para el total de la comunidad.

Se han encontrado escasas diferencias con respecto a los monitoreos de años anteriores, presentando una composición de especies similar, aunque con variaciones en la densidad y distribución de las mismas debidas a incertidumbres en las técnicas analíticas y a la propia variación estacional de las poblaciones.

PRINCIPALES TAXONES DEL BENTOS MARINO DE FONDOS BLANDOS



NITIDELLA SP



MITRELLA SP



CYLICHNA SP



CERITHIUM ATRATUM



DIPODON SP



TELLINA





4.6. Estudio de la comunidad de peces

4.6.1. Introducción

El presente monitoreo marino incluye la actualización de la ictiofauna presente en los fondos duros y arenosos en aguas someras y profundas cercanos a Punta Rincón.

La evaluación continua del estado de la comunidad ictiológica en dichos fondos es de suma importancia, ya que el mismo puede reflejar el estado del ambiente circundante; permitiendo detectar cualquier variación en la composición ictiológica en éste área de estudio asociado a posibles efectos debidos a la operación del puerto y la mina.

El hábitat superficial de fondo duro (al este y oeste) de Punta Rincón inicia en aguas intermareales. Los hábitats de fondo duro al oeste presentan un área de grandes cantos rodados meteorizados que parecen haberse originado del promontorio de Punta Rincón. Las grandes rocas redondeadas y cantos rodados se extienden desde el borde de la playa hasta una profundidad aproximada de 8 m siguiendo un patrón triangular. Este hábitat de fondo duro al este es un área de afloramientos de lecho rocoso combinados con cantos rodados meteorizados. Esta característica se encuentra en aguas superficiales (5 a 8 m) al este de las instalaciones propuestas para el puerto y cubre un área limitada. Entremezclado con esta formación, aparecen manchas de arenales costeros, muy característicos de la costa del Caribe panameño, que representan un hábitat muy importante para las comunidades de peces e invertebrados presentes en estas áreas.

El estudio y censo de las comunidades de peces, tanto en los hábitats de fondos profundos, como de fondos someros más próximos a la costa, se ha centrado en los siguientes objetivos:

- Descripción de la composición cuantitativa y cualitativa de las especies de peces
- Descripción estructural de las comunidades. Diversidad biológica
- Estudio específico del pez león en el área

4.6.2. Composición y abundancia de especies

FONDOS PROFUNDOS

Los fondos profundos (duros y blandos) se ubican aproximadamente a 1 km de la costa frente al área de construcción del puerto, entre 80-96 pies de profundidad y están conformados por fondos duros que se levantan sobre un fondo arenoso que los rodea, hasta unos 15-20 pies. Estas lajas se encuentran tapizadas principalmente por esponjas y algunas especies de algas macroscópicas marinas. La visibilidad de sus aguas durante los buceos fue de 30 a 40 pies.

En el **Cuadro 14** se recoge el censo con la estima de abundancia de las especies de peces registradas en los dos sitios de muestreo (R3 y R33) representativos de fondos profundos.



CUADRO 14. COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA (IND/10³m²) DE PECES EN FONDOS PROFUNDOS

FAMILIA	ESPECIE	R3	R33
Acanthuridae (cirujanos)	<i>Acanthurus bahianus</i> (Castelnau, 1855)	20	10
Carangidae (jureles)	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	5	5
	<i>Caranx latus</i> (Agassiz, 1831)	5	5
Scorpionidae (peces escorpión)	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	5	5
Haemulidae (roncador)	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	5	10
	<i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier, 1830)	5	15
Kyphosidae (chopas)	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	15	10
Labridae (labridos)	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	5	10
	<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)	5	10
	<i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus, 1758)	5	5
	<i>Thalassoma bifasciatum</i> (Bloch, 1791)	0	5
Lutjanidae (pargos)	<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)	0	10
	<i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)	0	5
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	0	10
Mullidae (salmonete)	<i>Pseudupeneus plumieri</i> (Bloch, 1786)	5	0
Pomacanthidae (angeles)	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	0	5
Pomacentridae (dama)	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	0	5
	<i>Chromis cyanea</i> (Poey, 1860)	5	0
Scaridae (loros)	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)	5	0
Serranidae (mero)	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	5	0
Sparidae (cabezón)	<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	10	5
Sphyrnidae (barracuda)	<i>Sphyrna barracuda</i> (Edwards in Catesby, 1771)	5	0
Tetraodontidae (tamboril)	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	15500	16600
TOTAL		15610	16730

Para los fondos duros profundos evaluados se censó un total de 32.340 individuos/10³ m² entre R3 y R33, pertenecientes a 23 especies de peces, incluidas en 19 géneros y 15 familias. Todos los peces observados fueron óseos (Osteichthyes). La especie más abundante fue con diferencia *Canthigaster rostrata*, que representa el 99,2% de la población. En mucha menor medida, el resto de especies con porcentajes muy bajos, destacando *Acanthurus bahianus*, *Carangoides bartholomaei* y *Anisotremus virginicus*.

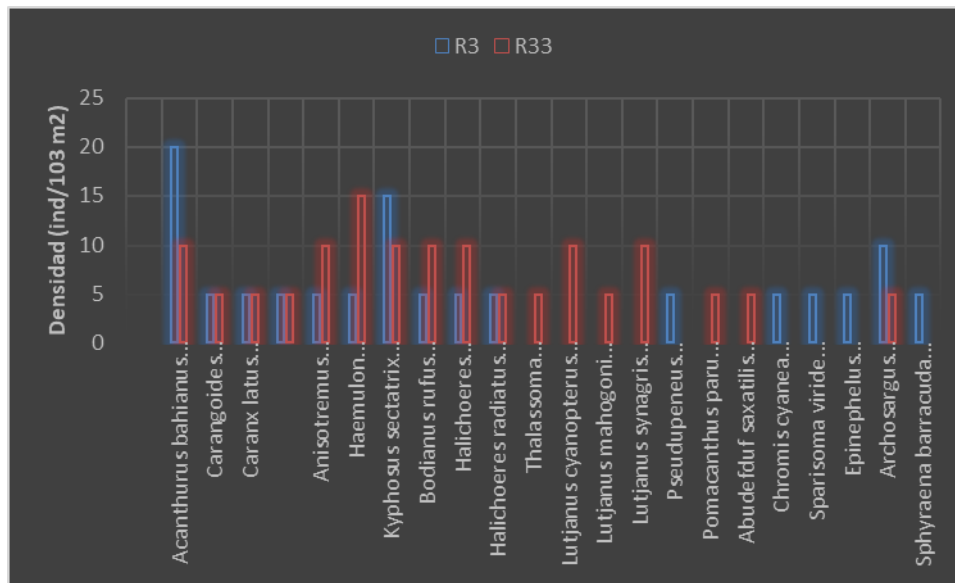


Gráfico 18. Distribución porcentual de las especies ícticas en los fondos profundos sin considerar al tamboril.

Las elevadas densidades del pez tamboril observadas en la presente campaña, coinciden con un fuerte *bloom* de esta especie, fenómeno que se da habitualmente y de forma estacional en estas costas. Seguido a estos blooms, esta especie sufre episodios de mortandad masivos, que son frecuentes en la costa del Caribe panameño y otras costas próximas. No hay información suficiente sobre estos episodios, ni por qué se produce ésta sobre-población o bloom poblacional, ni por qué se producen las mortandades como estrategia de reclutamiento. Se han apuntado varias causas (calentamiento del agua, falta de alimento, parásitos, etc), pero ninguna es concluyente.

FONDOS SOMEROS

Son áreas con una profundidad de 20 a 30 pies aproximadamente y están conformados por arena y piedras de tamaño medio a rocas grandes, tapizadas por diversas formas bentónicas de macroalgas, esponjas, etc.

Este lecho marino está influenciado directamente por el oleaje (debido a su poca profundidad); que se refleja sobre la arena. Adicional a esto, se observa la presencia de vegetación continental sumergida, muy característico en áreas aledañas a los ríos en el Caribe de Panamá (Garrity & Levings, 1993). Esta condición puede ser originada por la descarga del río Caimito, ubicado al Este, debido al patrón dominante de corrientes marinas en el área, logrando exportar, parte de su vegetación, hacia estos fondos. Se observa la presencia de grandes rocas depositadas en el fondo producto de la construcción del rompeolas.

En el **Cuadro 15** se incluye la composición y abundancia de las especies de peces registradas en los sitios de muestreo (T1, T2, R12, R15 y R18) representativos de fondos someros.



CUADRO 15. COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA (IND/10³ m²) DE PECES EN FONDOS SOMEROS

FAMILIAS	ESPECIES	R12	R15	R18	T1	T2
Acanthuridae (cirujanos)	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	5	10	10	0	5
	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	15	5	5	0	0
Carangidae (jureles)	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	5	5	5	0	0
	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	5	0	0	0	0
Scorpiionidae (peces escorpión)	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	5	5	5	0	0
Gerreidae (mojarra)	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	0	5	0	0	0
	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	0	5	0	0	0
Haemulidae (roncador)	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	0	5	0	0	0
	<i>Haemulon carbonarium</i> Poey, 1860	0	0	5	0	0
	<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest, 1823)	5	5	0	0	0
	<i>Haemulon sciurus</i> (Shaw, 1803)	0	5	5	0	0
Holocentridae (ardillas)	<i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum, 1792)	0	0	0	0	0
Kyphosidae (chopas)	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	5	5	0	0	0
Labridae (labridos)	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	5	5	0	5	0
	<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)	5	5	0	0	5
	<i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0	0	0	0
Lutjanidae (pargos)	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	0	5	5	0	0
	<i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792)	0	0	0	0	0
	<i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)	5	0	5	0	0
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	5	5	5	0	0
Pomacanthidae (angeles)	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	5	0	0	0	0
	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	5	5	5	5	0
Pomacentridae (dama)	<i>Chromis insolata</i> (Cuvier, 1830)	0	0	5	0	0
	<i>Microspathodon chrysurus</i> (Cuvier, 1830)	5	5	0	0	0
	<i>Stegastes diencaeus</i> (Jordan & Rutter, 1897)	0	0	0	0	0



CUADRO 15. COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA (IND/10³ m²) DE PECES EN FONDOS SOMEROS

FAMILIAS	ESPECIES	R12	R15	R18	T1	T2
	<i>Stegastes partitus</i> (Poey, 1868)	0	0	0	0	0
	<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	0	5	5	0	4
Scaridae (loros)	<i>Scarus guacamaia</i> Cuvier, 1829	5	0	5	0	0
	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)	0	0	5	0	0
Serranidae (mero)	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	5	5	5	0	0
Sparidae (cabezón)	<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)	0	5	5	0	0
Sphyraenidae (Barracuda)	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards in Catesby, 1771)	5	0	0	0	5
Tetraodontidae (tamboril)	<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	5	5	0	0	0
	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	13500	14200	11200	20	35

En los fondos duros someros, se registraron un total de 39.279 individuos/10³ m²; pertenecientes a 33 especies, distribuidas en 25 géneros y 16 familias. Todos los peces observados fueron óseos (Osteichthyes).

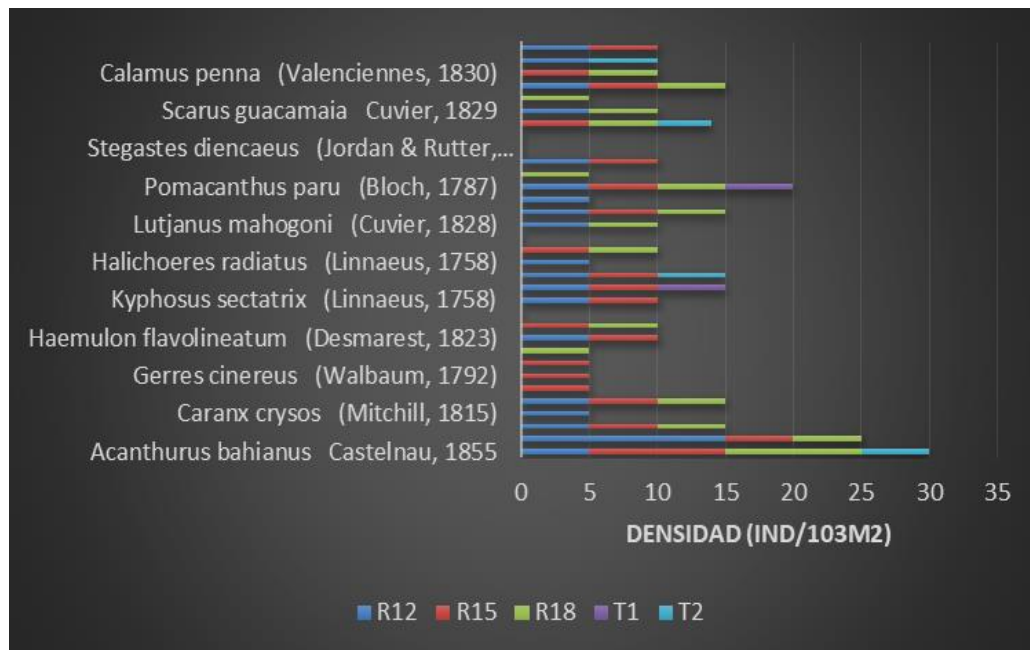


Gráfico 19. Distribución porcentual de las principales familias de peces en fondos someros sin tamboril.



También en estos monitoreos, la especie más abundantes observada fue *Canthigaster rostrate* con un 99% de dominancia para R12, R15 y R18 y un 64-66% para T1 y T2. También se han registrado *Carangoides bartholomaei* y *Acanthurus bahianus* (<1%). La mayor abundancia de tamboril en los sitios R12, R15 y R18 está asociada con la disponibilidad de alimento y refugio, ya que cuentan con hábitats adecuados, en los que aparecen una elevada diversidad de cornisas y pequeñas cuevas en las grandes rocas, fisuras en las plataformas rocosas, fondos de arena y algas, etc., por lo que además de a esta especie, puede albergar una comunidad rica y diversa de especies características de estos fondos en el Caribe. Por su parte, los sitios T1 y T2 no cuentan con refugios y buena disponibilidad de alimento, y tienen una mayor velocidad de la corriente de agua, lo que hace poco atractivo estos hábitats para el desarrollo íctico.

4.6.3. Análisis estructural de las comunidades

Para medir la diversidad de las especies de peces en los sitios muestreados, se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver, así como otros índices que estiman la estructura poblacional. El **Cuadro 16** muestra los valores obtenidos para los peces asociados a los fondos duros profundos (R33 y R3) y someros (R12, R15, R18, T1 y T2) sin considerar al tamboril.

CUADRO 16. ANALISIS ESTRUCTURAL DE LAS COMUNIADDES. INDICES DE DIVERSIDAD							
INDICES	R3	R33	R12	R15	R18	T1	T2
Taxa_S	16	17	19	20	16	2	4
Individuals	110	130	105	105	85	10	19
Dominance_D	0,08	0,06	0,05	0,04	0,05	0,44	0,21
Simpson_1-D	0,92	0,94	0,95	0,96	0,95	0,56	0,79
Shannon_H	2,69	2,82	2,97	3,07	2,84	0,74	1,46
Evenness_e^H/S	0,92	0,99	1,03	1,08	1,07	1,05	1,08
Brillouin	2,39	2,53	2,60	2,68	2,46	0,55	1,15
Menhinick	1,53	1,49	1,85	1,95	1,74	0,63	0,92
Margalef	3,19	3,29	3,87	4,08	3,38	0,43	1,02
Equitability_J	0,97	1,00	1,01	1,02	1,02	1,07	1,05

La disminución de la riqueza (nº especies e individuos), así como de la cantidad de individuos e incremento del tamaño de las especies observadas, coinciden con lo observado en diversas latitudes del Caribe, en las cuales la mayor cantidad y diversidad de individuos de menor tamaño, se encuentran en las áreas costeras poco profundas, por ser estas zonas de crecimiento y desarrollo de dichas especies.

A partir de los resultados obtenidos, se puede inferir que lo registrado en este monitoreo representa el estado actual y normal de las poblaciones de peces de los fondos duros profundos; ya que en dichos lugares no se ha desarrollado una sobrepesca que pudiera afectarlos, como lo que ha ocurrido en otras áreas del Caribe de Panamá (Jácome, 2001).



Teniendo en cuenta estos resultados, los peces registraron una diversidad y composición similar en todos los sitios de estudio. Por lo que podemos inferir, que las condiciones actuales de los fondos profundos y someros son favorables para la comunidad ictiológica presente en estos sitios, donde juega un papel importante en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. No se han observado efectos debido a las actividades de operación de la mina o del puerto.

4.6.4. Pez león

En el **Cuadro 17** y **Gráfico 20** se resumen, para los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y presente 2021 las observaciones de pez león (*Pterois volitans*) en ind/m² para los transeptos evaluados en el fondo somero (R12, R15 y R18) y fondo profundo (R3 y R33) en donde se realiza su seguimiento.

CUADRO 17. DENSIDADES (IND/m ²) DE PEZ LEÓN EN LOS DIFERENTES AÑOS DE MONITOREO							
AÑO	R3	R33	% Total	R12	R15	R18	% Total
2021-2S	5	5	0,1	5	5	5	0,1
2021-1S	5	5	0,1	5	5	5	7-8
2020-2S	5	5	3,1-3,2	5	5	5	4,5-5,6
2019-2S	5	5	2,6-3,0	0	0	5	0-4,2
2019-1S	10	10	5-7,4	10	0	0	0-4,7
2018-2S	10	15	5-6	10	20	5	0,8-3,3
2018-1S	20	20	3,2	15	25	5	5,3
2017	15	20	3,0	15	6	5	0,83
2016	20	10	7,6	40	25	20	9,3

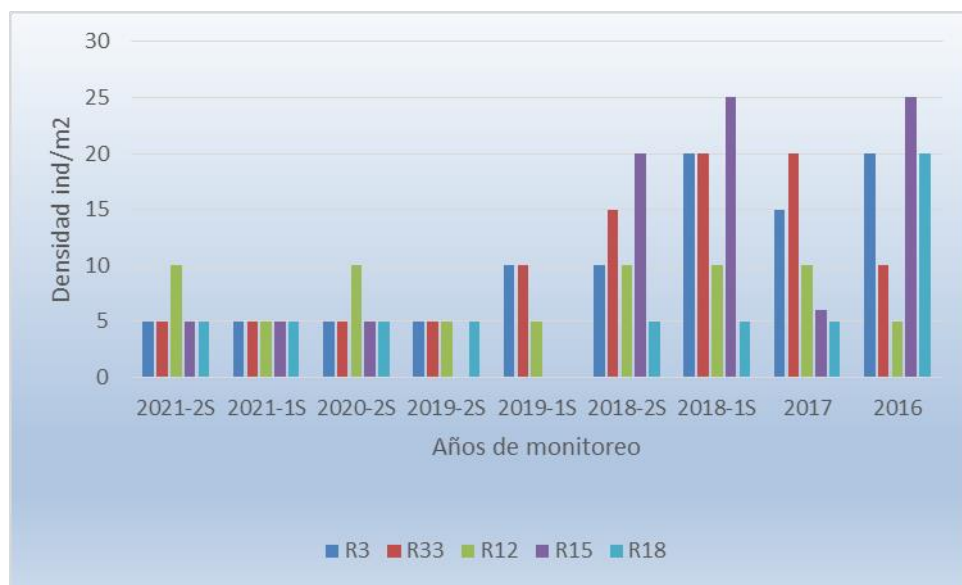


Gráfico 20. Evolución de los efectivos de pez león (*Pterois volitans*) en los diferentes sitios y años de monitoreo.



La abundancia relativa de esta especie en el presente monitoreo fue de 0,1% para el fondo somero y de 0,1% para el fondo profundo, aunque en este caso hay que destacar la gran influencia porcentual del tamboril en los recuentos. Se observa, con respecto a años anteriores, que la especie se mantiene en los porcentajes y densidades, con pequeñas variaciones. Por tanto, se puede adelantar que, a partir de los datos disponibles, la especie ha llegado a un tamaño poblacional y densidad más o menos estable, aunque pueden variar los efectivos entre los sitios de monitoreo y años debido a factores externos (alimento, depredación, etc).

Esta especie está posicionada en las partes altas de los transectos monitoreados, observándose principalmente peces juveniles y adultos. Como especie invasiva, puede ocasionar graves problemas ecológicos en la estructura ictiológica de los arrecifes en los fondos duros de piedra y arrecifes de coral (Christopher & Olden, 2011) en el área del Caribe de Panamá.

Es una especie invasora y dañina para el ecosistema, que llegó a las aguas del Caribe de Panamá a través de las corrientes (Vásquez-Yeomans et al. 2011), producto de la invasión de este organismo, la cual se originó en Florida, Estados Unidos (Whitfield et al. 2002; Hare & Whitfield, 2003, Schofield, 2010). Debido a su impacto, se recomienda desarrollar un plan para el control de las poblaciones de esta especie en las áreas cercanas al proyecto de Minera Panamá.



Presencia del pez león (Pterois volitans) en los monitoreos de fondos profundos.



5. RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL ROMPEOLAS

El objetivo de este estudio específico es realizar la caracterización de las comunidades biológicas de fondos duros y peces, así como la toma de muestras de agua en el rompeolas que se ha construido para el puerto de Punta Rincón.

El monitoreo y seguimiento de la evolución temporal en los procesos de colonización de las comunidades biológicas de las rocas depositadas para el rompeolas, permitirá evaluar la utilidad de estos espacios como hábitats artificiales. De ser así, estos nuevos hábitats contribuirán a una mayor riqueza y abundancia de especies bentónicas y pelágicas en la zona de afección del puerto.

5.1. Estudio de fondos duros

Los resultados de cobertura (%) de las diferentes formaciones biológicas que colonizan el rompeolas se recoge en el **Cuadro 18**.

CUADRO 18. COBERTURA (%) DE LOS GRUPOS BIOLÓGICOS EN EL ROMPEOLAS							
GRUPOS BIOLÓGICOS	RO1	RO2	RO3	RO7	RO4	RO5	RO6
Corales	0,3	2,8	9,1	5,7	0,5	0.00	0.00
Gorgóneas	0.00	0.00	0,6	0.00	0.00	0.00	0.00
Eponjas	0.00	0.00	1,5	0.00	0.00	0.00	0.00
Zoántidos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macroalgas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otras formas de vida	0,4	1,5	2,5	3,0	0.00	0.00	0.00
Coral con algas muertas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Algas coralinas	0,6	1,2	1,5	3,2	0.00	0.00	0.00
Corales enfermos	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
Piedras	97,2	91,4	82,7	86,2	99,5	100,0	100,0
Desconocidos	1,5	3,1	2,1	2,2	0.00	0.00	0.00

Las variaciones son ligeramente positivas, con un aumento paulatino de las coberturas de las principales formaciones (corales, esponjas, etc) del orden de 0,05-0,1% cada año.

Corales

El sitio de muestreo RO3 presenta la mayor cobertura de corales con 9,1%, seguido del RO7 con un 5,7% y el RO2 con un 2,8%, los tres pertenecientes a los sitios externos y más expuestos a mar abierto. En los sitios internos -RO4, RO5 y RO6- se han registrado colonias de coral, aunque con formaciones muy iniciales en primeras fases de colonización y de pequeño tamaño.

Los corales formados aparecen solo en la parte más externa del rompeolas, y están representados por colonias que deben adaptarse al embate de las corrientes, oleaje y a la sedimentación. Están mayoritariamente representados por especies pioneras, como *Agaricia*



agaricites y el hidrocoral llamado coral fuego *Millepora complanata*, este último el más representativo de este tipo de fondos rocosos.

En relación a otros monitoreos, se aprecia una tendencia clara a la colonización, especialmente en las piedras más expuestas al sol y cercanas a la superficie.

Algas

No se registraron algas o formas coralinas presentes en este tipo de estructuras en ninguno de los transeptos.

Esponjas

Las esponjas tampoco fueron las más prosperas en cuanto a crecimiento y colonización de esta estructura; solo el transecto RO3 presento una cobertura de 1,5% de la especie *Cliona sp.*, el resto no presentó cobertura alguna.

Desconocidos y otras formas de vida

Entre los “desconocidos y otras formas de vida” se encuentran las Ascidias y los invertebrados marinos como cangrejos, moluscos incrustantes en las rocas como ostiones crustáceos, *Balaunus sp* con muy bajas proporciones. En los sitios de muestreo situados en el interior del rompe olas no se registraron presencia de estos grupos.



Coral (Diplora sp.) en primeras fases de colonización en el rompeolas.



5.2. Estudio de la comunidad de peces

Para el estudio de las comunidades de peces (composición, abundancia y diversidad de especies de peces) en el rompeolas, se siguieron dos tipos de transeptos o secciones principales, uno en la zona externa entre los sitios (RO1, RO2, RO3 y RO7) y otro en la parte interna entre los sitios (RO4, RO5 y RO6). Los resultados obtenidos de composición y densidad estimada ($\text{ind}/10^3 \text{ m}^2$) de peces en estos transeptos se resumen en el **Cuadro 19**.

CUADRO 19. DENSIDAD DE PECES EN EL ROMPEOLAS

FAMILIA	ESPECIE	Externo	Interno
Acanthuridae (cirujanos)	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	5	5
	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	5	5
Carangidae (jureles)	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	5	5
Scorpionidae (peces escorpión)	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	5	5
Haemulidae (roncador)	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	0	10
Kyphosidae (chopas)	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	5	5
Labridae (labridos)	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	0	5
	<i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0
	<i>Halichoeres chierchiae</i>	0	5
	<i>Thalassoma bifasciatum</i> (Bloch, 1791)	5	5
Lutjanidae (pargos)	<i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)	5	0
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	0	5
Pomacanthidae (angeles)	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	0	5
Pomacentridae (dama)	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	0	0
	<i>Chromis cyanea</i> (Poey, 1860)	5	0
	<i>Stegastes diencaeus</i> (Jordan & Rutter, 1897)	0	0
	<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	5	5
	<i>Microspathodon chrysurus</i> (Cuvier, 1830)	5	0
Scaridae (loros)	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)	5	5
Sparidae (cabezón)	<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	5	5
Sphyraenidae (Barracuda)	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards in Casteby, 1171)	0	5
Tetraodontidae (tamboril)	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	13200	11500
Dasyatidae	<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	5	5



De esta forma, para el rompeolas se censó un total de 180 individuos, pertenecientes a 19 especies de peces, incluidos en 18 géneros y 13 familias. De estas especies, 11 fueron observadas asociadas al transepto externo del rompeolas y 16 especies asociadas en la parte interna del mismo. De todos los peces observados únicamente se registra un pez cartilaginoso (*Chondrichthyes*), el resto fueron óseos (*Osteichthyes*). En el **Gráfico 21** se representa la distribución porcentual de las especies, tanto en la parte externa, como interna del rompe olas.

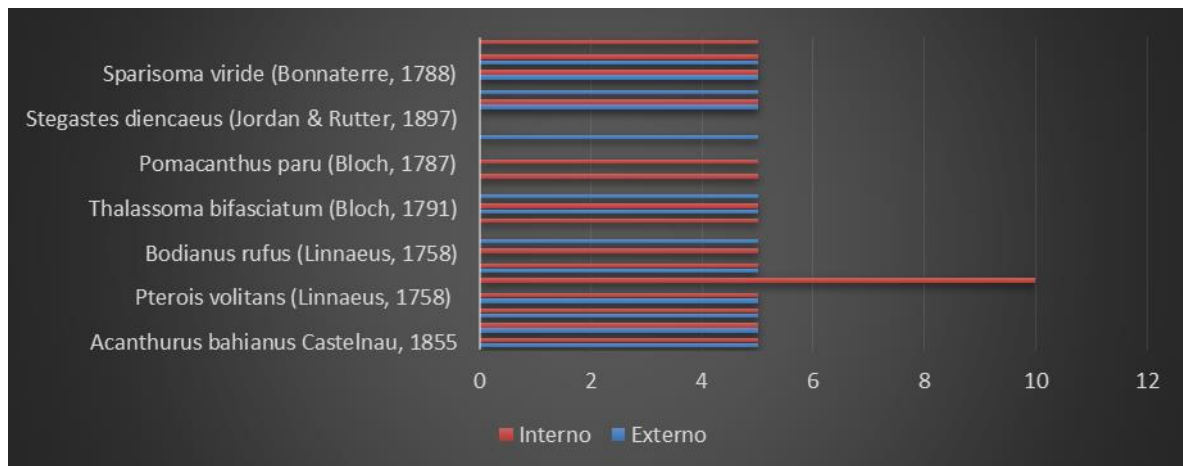


Gráfico 21. Distribución porcentual de las principales especies de peces en los transeptos externos e internos del rompeolas sin considerar al tamboril ya que los valores son muy elevados y se perdería la escala.

Tal y como sucede en toda el área marina de Punta Rincón, la especie más abundante observada fue *Canthigaster rostrate* (99%) debido a la coincidencia de los monitoreos con el bloom de esta especie ya comentado con anterioridad. Otras especies presentes han sido *Acanthurus bahianus*, *Carangoides bartholomei*, *Kyphosus sectatrix* (Linnaeus, 1758), *Stegastes variabilis* (Castelnau, 1855), *Sparisoma viride* (Bonnaterre, 1788) y *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus, 1758), todas con porcentajes muy bajos debido a la fuerte dominancia del tamboril.

Para medir la diversidad de las especies de peces en los sitios muestreados, se utilizó principalmente el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver, así como otros índices que dan una idea de la estructura de la comunidad. El índice Shannon-Weaver expresa la abundancia relativa con que cada especie contribuye en la comunidad. En el **Cuadro 20** se resumen estos índices sin incluir el tamboril.

CUADRO 20. ANALISIS ESTRUCTURAL DE LAS COMUNIDADES DE PECES. INDICES DE DIVERSIDAD						
ESTACIONES	TRANSEPTO	Diversidad Shannon (H')	Dominancia (D)	Simpson (1-D)	Margalef	Equitabilidad (J)
Externas	RO1, RO2, RO3 y RO7	2,7	0,06	0,94	3,06	1,04
Internas	RO4, RO5 y RO6	2,8	0,05	0,95	3,38	1,02



Se aprecia algo de diferencia entre los índices de la parte externa de la interna, con una comunidad mejor estructurada y más diversa en los transeptos del interior del rompeolas y no expuestos a mar abierto. La comunidad de peces en el interior del rompeolas se puede considerar de gran valor ambiental, con especies y densidades propias de aguas litorales del Caribe.

Para el pez león, se observa su presencia tanto en la parte externa, como interna del rompeolas, aunque con una mayor tendencia a aparecer en el exterior y en las zonas más expuestas a mar abierto. Se han registrado desviaciones con respecto al año 2016, en la que no se registró ningún ejemplar en la parte interna del rompeolas.

Los peces registrados muestran una diversidad y composición similar en todos los sitios de estudio, por lo que se puede inferir que las condiciones actuales de los fondos profundos, someros y rompeolas favorecen el establecimiento de la comunidad ictiológica presente en estos sitios, donde desempeñan un rol ecológico fundamental en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. Adicional a esto, de las especies observadas, se puede indicar que coinciden con lo observado en diversas latitudes del Caribe, donde la mayor cantidad y diversidad de individuos de menor tamaño, se encuentran en las áreas costeras poco profundas, por ser estas zonas de crecimiento y desarrollo de dichas especies.

Se destaca el aporte significativo -desde el punto de vista ecológico- que representa el rompeolas, al permitir el establecimiento y hábitat agregador de las diferentes especies de peces que utilizan este sitio como zonas de refugio, alimentación y reproducción como parte de su ciclo de vida. Esta colonización está ligada a la que se ha observado en las comunidades del bentos duro en las piedras del rompeolas, con una clara colonización en las zonas expuestas y más superficiales.



El monitoreo he coincidido con el blomm del tamboril (Canthigaster rostrate), con densidades muy elevadas tanto en la parte externa, como interna del rompeolas.

6. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ICTIOPLANCTON EN EL INTAKE

Durante el monitoreo del mes de noviembre del año 2021, se ha completado un estudio del ictioplancton que entra en el intake de la central térmica de Punta Rincón, situada en el puerto interior.

El estudio se ha centrado en la composición y abundancia de huevos y larvas de peces. Desde el punto de vista metodológico, con una bomba sumergible se bombeó durante dos muestreos (IN-1 e IN-2) durante 10 min un volumen conocido de agua a través de una red tipo bongo de 500 micras.



Realización de muestreos con bomba en el intake para el estudio del fitoplancton.

Para el cálculo del volumen filtrado, se empleó la siguiente fórmula:

$$VF (m^3) = \text{Caudal bomba (m}^3/\text{s)} \times \text{tiempo bombeo (s)}$$



Los resultados obtenidos se incluyen en el **Cuadro 21**.

CUADRO 21. DENSIDAD DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES (N/ 10M ²) EN EL INTAKE			
CÓDIGO MUESTRA	HUEVOS Ind/m ³	LARVAS Ind/m ³	COMPOSICIÓN DE PRINCIPALES ESPECIES EN LAS LARVAS
IN-1	46	22	<i>Acanthurus bahianus</i> (20,6%), <i>Carangoides bartolomaei</i> (36,7%), <i>Lutjanus synagris</i> y <i>Anisotremus virginicus</i> (<10%).
IN-2	35	15	<i>Acanthurus bahianus</i> (24,7%), <i>Carangoides bartolomaei</i> (20,1%), <i>Anisotremus virginicus</i> , <i>Acanthurus chirurgus</i> y <i>Pomacanthus paru</i> (<10%).

Tanto el recuento de huevos, como el de larvas de peces fue relativamente bajo (15-22 ind/m³ para huevos y 35-46 ind/m³ para larvas), con densidades inferiores a las que se pueden encontrar en mar abierto y que son del orden de 50-100 ind/m³ para huevos y de 30-50 ind/m³ para larvas en el Caribe.

Por su parte, la composición de especies en las larvas analizadas refleja en cierta medida la composición de peces registrada en los monitoreos en el rompeolas y sitios someros. Destacan las larvas de dos especies *Acanthurus bahianus* y *Carangoides bartolomaei*, con porcentajes que llegan al 20%. El resto de larvas se corresponden con especies también presentes en la zona, aunque con porcentajes muy bajos e inferiores al 10%. Son especies muy comunes en las zonas tropicales y el Caribe, con un bajo valor pesquero y económico, no siendo objeto de explotación pesquera por las comunidades locales.

En otros estudios similares, como el realizado por Cubillos (2015)³ en dónde se evaluó el impacto potencial de la mortalidad por succión de huevos de sardina común y anchoveta, debido a la operación del Penco- 3/h, con un promedio anual de 43,82 huevos/m³ y 9,08 larvas/m³ succionados. Al aplicar el modelo, y suponiendo el 100 % de biomasa perdida, la magnitud promedio de la biomasa pérdida huevo-equivalente en un año fluctuó entre 22,2 y 29,95 toneladas de anchoveta, valores equivalentes en biomasa total por año de 266,46 y 359,38 toneladas de anchoveta. En este trabajo se concluyó que las cantidades removidas por efecto de la operación del proyecto, resultan ser insignificantes,

En el caso de la toma en Punta Rincón, al ser menores las densidades de larvas y huevos captados por el intake, al mismo tiempo que el volumen de agua que se capta, el impacto sobre estos componentes de la biocenosis íctica también resulta ser insignificantes

³ Luis Cubillos, 2015. Estimación del impacto del arrastre de huevos y larvas de sardina común y anchoveta por succión sobre el rendimiento pesquero huevo-equivalente. Proyecto terminal GNL Penco-Lirquén.



7. ANÁLISIS DE INDICADORES AMBIENTALES

Se ha procedido en el presente capítulo al análisis de los indicadores ambientales que se vienen empleando de forma rutinaria en el EEA, como una herramienta para el seguimiento de las condiciones de calidad de los ecosistemas marino-costeros a partir de la integración de diferentes índices de calidad.

Los indicadores empleados se recogen en el **Cuadro 22**.

CUADRO 22. INDICADORES AMBIENTALES SELECCIONADOS PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS MARINO-COSTEROS				
SUBCOMPONENTE DEL PROGRAMA	INDICADOR	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FRECUENCIA DE INFORMES	PERIDO DE TOMA DE DATOS
Flora y Fauna	Densidad y riqueza de especies del bentos marino	Bianual	Bianual	Marzo y noviembre
	Índice de diversidad del bentos marino	Bianual	Bianual	Marzo y noviembre
	Densidad y riqueza de especies de peces	Bianual	Bianual	Marzo y noviembre
Criterios Físico y Químicos	pH, temperatura, conductividad específica, Oxígeno disuelto, turbiedad, temperatura, metales disueltos, nutrientes en agua y metales en sedimentos	Anual	Anual	Noviembre
	Índice mg de elemento / Kg de tejido en peces, donde el elemento de interés son los metales pesados	Anual	Anual	Noviembre



Dado que los resultados obtenidos para cada elemento y variable estudiada están ampliamente desarrollados en los distintos apartados del estudio, con el fin de resumir e interpretar estos resultados de la forma más sencilla posible, se ha utilizado una simbología que indica la tendencia de cada indicador en el tiempo en comparación con las condiciones de referencia y línea de base del año 2015⁴.

La simbología y significado empleado para valorar la tendencia de cada grupo de indicadores ambientales se recoge en el **Cuadro 23**.

CUADRO 23. SÍMBOLOS EMPLEADOS PARA INDICAR LA TENDENCIA DE LOS INDICADORES	
SIMBOLOGÍA	INTERPRETACIÓN DE LA TENDENCIA
↑	El valor del indicador tiende a subir, las condiciones mejoran
→	Se mantiene el valor del indicador, las condiciones no varían
↓	El valor del indicador tiende a bajar, las condiciones empeoran

La comparación en la tendencia de los indicadores para los diferentes años de monitoreo se resume en el **Cuadro 24**.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, se puede señalar que la tendencia de los cinco indicadores comparados entre la línea base de los años 2015, 2016, 2017, 2018-1S, 2018-2S, 2019-1S, 2019-2S, 2020 y 2021 en los dos semestres indican variaciones poco significativas entre los mismos.

Las pequeñas variaciones registradas entre los dos monitoreos están más relacionadas con el sesgo asociado a este tipo de muestreo (errores aleatorios y sistemáticos relacionados con las técnicas de muestreo, época de estudio y condiciones ambientales y oceanográficas) que con los posibles efectos derivados de la operación del puerto y de la mina.

En conclusión, las condiciones generales analizadas han variado de forma muy poco significativa, no apreciándose por el momento una tendencia hacia peores condiciones en la salud de los ecosistemas acuáticos (abióticos y bióticos) asociados con las actividades de operación de la mina y el puerto.

⁴ La comparación entre los valores brutos obtenidos de cada indicador puede dar lugar a errores debidos a las variaciones en las metodologías empleadas y cambios en las condiciones de los muestreos.



CUADRO 24. EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES AMBIENTALES EN EL PERÍODO 2015-2021 (1)

INDICADORES	AÑO DE MONITOREO	R3	R33	R12	R15	R18	CE	T1	T2
INDICADOR 1 (Densidad y riqueza del bentos marino)	2015	→	→	→	→	→	→		
	2016	→	→	→	→	→	→		
	2017	→	→	→	→	→	→		
	2018 1 y 2	→	→	→	→	→	→	→	→
	2019 1 y 2	→	→	→	→	→	→	→	→
	2020-1	↑	↑	↑	↑	↑	↑	→	→
	2021-1	→	→	→	→	→	→	→	→
	2021-2	→	→	→	→	→	→	→	→
INDICADOR 2 (Índices del bentos marino)	2015	→	→	→	→	→	→		
	2016	→	→	→	→	→	→		
	2017	→	→	→	→	→	→		
	2018 1 y 2	→	→	→	→	→	→		
	2019 1 y 2	→	→	→	→	→	→	→	→
	2020-1	↑	↑	↑	↑	↑	↑	→	→
	2021-1	→	→	→	→	→	→	→	→
	2021-2	→	→	→	→	→	→	→	→
INDICADOR 3 (Densidad y riqueza de peces)	2015	→	→	→	→	→	(1)		
	2016	→	→	→	→	→	(1)		
	2017	→	→	→	→	→	(1)		
	2018 1 y 2	→	→	→	→	→	(1)	→	→
	2019 1 y 2	→	→	→	→	→	(1)	→	→
	2020-1	→	→	→	→	→	(1)	→	→
	2021-1	→	→	→	→	→	(1)	→	→
	2021-2	→	→	→	→	→	(1)	→	→

NOTAS: (1). En este sitio de muestreo no se realizan estudios de peces.



8. ESTADO ECOLÓGICO

8.1. Justificación

El concepto de estado ecológico difiere sensiblemente del concepto de calidad del agua que se ha venido utilizando tradicionalmente, ya que mientras la calidad del agua expresa la mayor o menor potencialidad o aptitud del agua para dedicarla a un uso determinado (bebida, baño, riego, etc.), el estado ecológico es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas asociados a las aguas marinas.

Para evaluar el estado ecológico de un agua marina se emplean los elementos físico-químicos y biológicos, que en su conjunto describen cómo se comporta el ecosistema acuático frente a posibles impactos y si se han producido cambios en su estructura o funcionamiento como consecuencia de los mismos. A su vez, cada uno de estos elementos viene representado por uno o varios índices de calidad.

A diferencia de los análisis basados en cambios estructurales de las comunidades biológicas (número de especies, diversidad, etc) o de la concentración de determinados compuestos químicos, para evaluar posibles alteraciones en la calidad del agua, los índices de calidad se basan en el empleo de organismos o características del medio en el que habitan y, especialmente, en su sensibilidad a determinados efectos ambientales visibles macroscópicamente o microscópicamente. Proporcionan una información semi-cuantitativa sobre la contaminación de los ecosistemas acuático y permiten evaluar directamente el impacto ambiental de las actividades humanas.

8.2. Metodología

8.2.1. Valoración del estado de calidad biológico

Para evaluar la calidad biológica del medio marino, se ha seleccionado el grupo del bentos marino y, para este grupo, se ha utilizado el programa AMBI que calcula el BC o Índice Biótico Marino de Azti. Este índice, desarrollado en el año 2000 por el Centro Tecnológico [AZTI-Tecnalia](#), y que ya ha tenido varias actualizaciones, está basado en paradigmas ecológicos que permiten establecer la calidad ecológica de las costas y estuarios a través de la asignación de las especies de los fondos marinos a uno de los cinco grupos ecológicos.

Incorpora un análisis multi-variante (M-AMBI) para el cálculo del estado ecológico en el medio marino para el índice IB. Estas herramientas exploran la respuesta de las comunidades del bentos a los cambios naturales y humanos en la calidad del agua, integrando condiciones medioambientales a largo plazo. Además de calcular el BC e IB, este programa representa gráficamente los datos y exporta los resultados. AMBI incluye más de 6.500 taxa representativos de las comunidades más importantes presentes en los estuarios y sistemas costeros de Europa, desde el Mar del Norte al Mediterráneo, e incluso de Norteamérica, Centroamérica, Sudamérica y sudeste asiático.



Esta clasificación se basa en la sensibilidad del bentos marino a un gradiente creciente de estrés, dividiendo a los organismos en cinco grupos:

- Grupo I: Especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y que se encuentran presentes en condiciones de ausencia de contaminación. Incluyen especies carnívoras especialistas y algunos Poliquetos tubícolas detritívoros (estado ecológico inicial).
- Grupo II: Especies a las que no les afecta en gran medida el enriquecimiento orgánico, siempre están presentes en bajas densidades sin variaciones significativas en el tiempo (desde el estado inicial a levemente desequilibrado).
- Grupo III: Especies tolerantes al exceso de materia orgánica. Estas especies pueden aparecer en condiciones normales, pero sus poblaciones aumentan con el enriquecimiento orgánico (circunstancias ambientales levemente desequilibradas). En estos ambientes abundan las especies detritívoras y Poliquetos de la familia Spionidae.
- Grupo IV: Especies oportunistas de segundo orden que aparecen en ambientes con episodios de contaminación importantes. Principalmente son Poliquetos de pequeño tamaño y depositívoros subsuperficiales como los Cirratúlidos.
- Grupo V: En áreas con pronunciados desequilibrios, contaminación elevada, suelen encontrarse especies oportunistas de segundo orden. Organismos detritívoros, que proliferan en sedimentos reducidos.

La distribución de los individuos clasificados, de acuerdo a su tolerancia al grado de contaminación (grupos ecológicos), permite calcular el índice BI con ocho niveles, de 0 a 7. Para establecer los límites de estos ocho niveles, se utiliza un coeficiente biótico BC basado en los porcentajes de cada uno de los cinco grupos ecológicos definidos anteriormente, aplicando la siguiente fórmula:

$$BC = \frac{\{(0 \cdot \% GI) + (1.5 \cdot \% GII) + (3 \cdot \% GIII) + (4.5 \cdot \% GIV) + (6 \cdot \% GV)\}}{100}$$

Este coeficiente calcula un resultado continuo con valores comprendidos entre 0 y 6. Los intervalos establecidos según BORJA et al. (2000) para delimitar el valor continuo que resulta del cálculo del coeficiente biótico (BC) que constituye el índice AMBI se resumen en el **Cuadro 25** adjunto.



CUADRO 25. SIGNIFICADO DE LA CALIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA BC Y BI (Borja et al, 2000)

GRADO DE CONTAMINACIÓN	COEFICIENTE BIÓTICO (BC)	ÍNDICE BIÓTICO (BI)	GRUPO ECOLÓGICO DOMINANTE	ESTADO DE LA COMUNIDAD BENTÓNICA
No contaminado	$0,0 < BC \leq 0,02$	0	I	Normal
No contaminado	$0,2 < BC \leq 1,2$	1		Empobrecida
Ligeramente contaminado	$1,2 < BC \leq 3,3$	2	III	Desequilibrada
Medianamente contaminado	$3,3 < BC \leq 4,5$	3		Estado de transición hacia contaminada
Medianamente contaminado	$4,5 < BC \leq 5,0$	4	IV-V	Contaminada
Fuertemente contaminado	$5,0 < BC \leq 5,5$	5		Estado de transición hacia muy contaminada
Fuertemente contaminado	$5,5 < BC \leq 6,0$	6	V	Muy contaminada
Extremadamente contaminado	Azoico	7	Azoico	Azoico

8.2.2. Valoración del estado de calidad físico-químico del agua y sedimento

Para valorar el estado de calidad de los parámetros físico-químicos en aguas y sedimento marinos se han comparado los resultados obtenidos en los diferentes parámetros de calidad de aguas con los límites legales que establece la normativa vigente en Panamá (Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008):

Cumple con los límites legales: ESTADO BUENO
No Cumple con los límites legales: ESTADO MALO

Con objeto de estudiar el grado de contaminación de los sedimentos (metales pesados) se ha empleado el protocolo del Consejo Canadiense de los Ministerios del Ambiente (CCME). Así, se ha valorado el estado de calidad por comparación con los valores de referencia anteriores, al no existir en Panamá límites para metales pesados en sedimentos en aguas marinas.

Cumple con los valores de referencia canadiense: ESTADO BUENO
No Cumple con los valores de referencia canadiense: ESTADO MALO

El estado de calidad MUY BUENO se alcanzaría solamente si los valores obtenidos para esas variables se encuentran por debajo de las concentraciones consideradas como fondo para aguas y sedimentos de zonas marinas similares.



8.2.3. Valoración del estado ecológico marino-costero

Una vez calculados los estados de calidad a partir de los elementos biológicos (bentos) y físico-químicos (agua y sedimento), para valorar y diagnosticar el estado ecológico final de los sitios de muestreo con todos los elementos en conjunto, se ha seguido el esquema de toma de decisiones basado en la metodología original propuesta por la Comisión Europea en el documento guía sobre clasificación del estado ecológico (European Comission, 2003).

De acuerdo con esta metodología, las aguas marino-costeras se clasifican en cinco clases en función de los resultados obtenidos en cada uno de los indicadores biológicos y físico-químicos: muy bueno, bueno, moderado-aceptable, deficiente y malo. Para la clasificación del estado ecológico se parte, en principio, de los indicadores biológicos, apoyándose después tanto en las condiciones físico-químicas del agua y sedimentos (ver **Figura 1**). En este caso, no se aplican los indicadores hidromorfológicos.

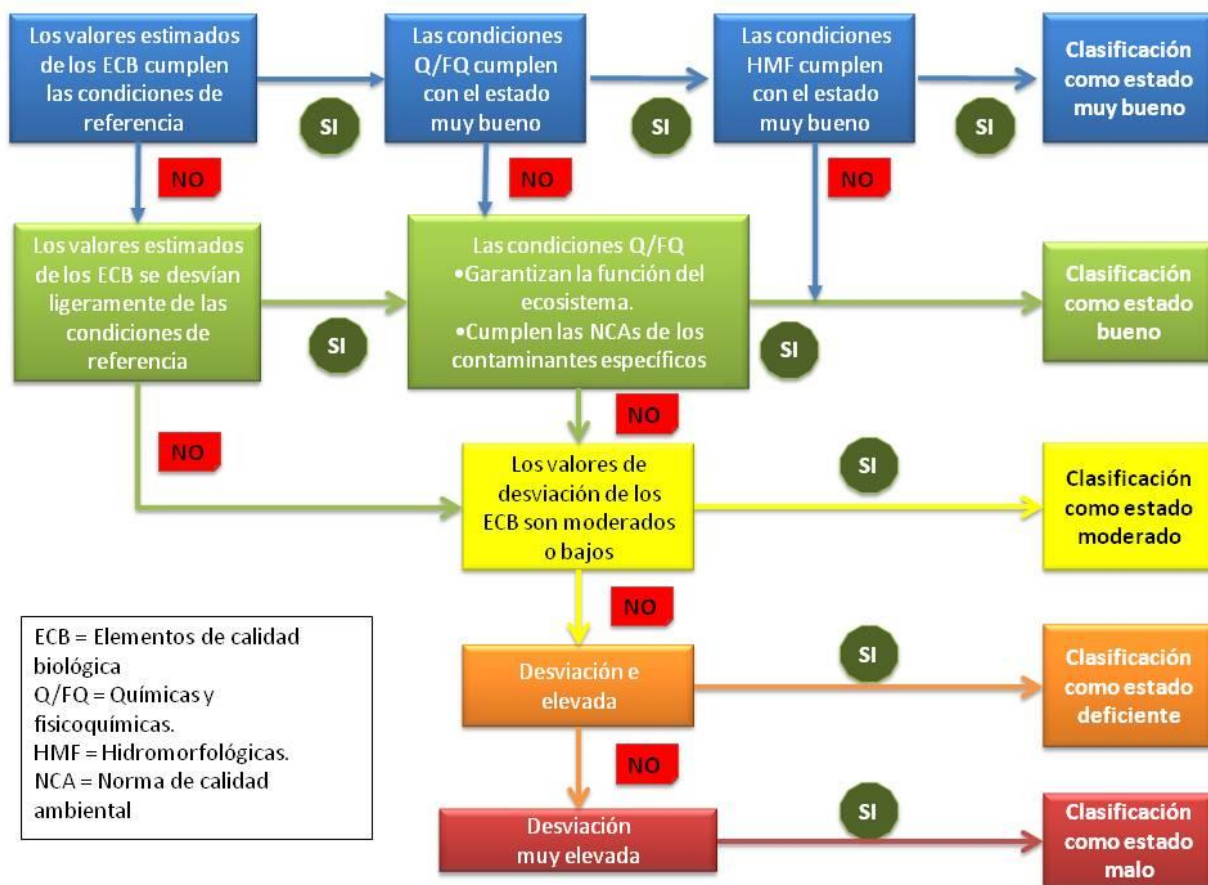


Figura 1. Metodología propuesta por el Grupo de Trabajo 2A de la Unión Europea en el Documento Guía número 13 sobre la clasificación del estado ecológico (European Comission, 2003).



Para las condiciones físico-químicas del agua y sedimentos, se ha empleado como criterio el grado de cumplimiento de las normas de calidad que se han considerado⁵. Es decir, si se cumple el valor de referencia para el contaminante específico, la calidad es BUENA y garantizan la función del ecosistema, en caso contrario la calidad es MALA y no garantiza la funcionalidad del ecosistema.

En el apartado biológico, se completó el estado ecológico (EE) final con datos de bentos marino al ser los más representativos e integradores de los posible efectos de la mina y el puerto. Sin embargo, cuando el estado ecológico se estima (mediante indicadores biológicos) como bueno o muy bueno, las condiciones físico-químicas entran en juego, pudiendo bajar la clasificación del estado ecológico a los niveles inferiores de bueno o moderado.

De forma individual para cada elemento de calidad, se ha seguido en la valoración el modelo más restrictivo. Es decir, se escoge de cada elemento como indicador o índice, de entre todos, aquel cuyo resultado ha sido la estima menos favorable en cada ocasión, según el principio “*uno fuera, todos fuera*”: Se ha denominado a este estado ecológico “restrictivo” como EE_{rest} , de tal manera que:

$$EE_{rest} = \text{Mínimo} (EE_{biol})$$

En resumen, para la clasificación del estado ecológico del medio marino-costero se han utilizado los siguientes elementos de calidad (QEs) y sus correspondientes índices de calidad:

- - QEs FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA Y SEDIMENTOS MARINOS
 - Calidad FQ. Físico-química del agua: temperatura, oxígeno disuelto, pH y turbidez.
 - Calidad QA: Química del agua: sólidos en suspensión y metales pesados
 - Calidad QS. Química del sedimento: metales pesados.
 - QEs BIOLÓGICOS
 - Calidad BB. Composición y abundancia del bentos marino. Índices BI y AMBI.

8.3. Resultados. Valoración del estado ecológico marino-costero

8.3.1. Resultados del índice AMBI

Los resultados obtenidos por aplicación de los índices que calcula AMBI a los diferentes sitios de muestreo, considerando el bentos marino, se resumen en el **Cuadro 26**.

⁵ Agua: Norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo para la categoría “sin contacto directo”. Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008. Sedimentos: Protocolo del Consejo Canadiense del Ministerio del Ambiente (CCME). ”.



CUADRO 26. RESULTADOS DEL ÍNDICE AMBI Y ESTADO DE CALIDAD BIOLÓGICO

SITIO DE MUESTREO	AMBI	INDICE BIOTICO (BI)	SIGNIFICADO	ESTADO DE CALIDAD BIOLÓGICO
R-18	1,618	2	Slightly disturbed	BUENO
E-4	0,3	1	Undisturbed	MUY BUENO
Caimito	0,767	1	Undisturbed	MUY BUENO
E-10	0,473	1	Undisturbed	MUY BUENO
T-1	1,378	2	Slightly disturbed	BUENO
T-2	1,113	1	Undisturbed	MUY BUENO
R-33	0,804	1	Undisturbed	MUY BUENO
R-15	0,858	1	Undisturbed	MUY BUENO
R-3	1,294	2	Slightly disturbed	BUENO
R-12	0,816	1	Undisturbed	MUY BUENO

Las comunidades del bentos estudiadas indican, a través de las especies sensibles que las forman, unas MUY BUENAS condiciones del medio marino, con valores de los índices que determina AMBI propios de sistemas no alterados. Las estaciones R18, T1 y R3 se han clasificado como ligeramente alteradas por causas naturales y/o cambios estructurales asociados con la época del muestreo y estado de las poblaciones, pero con un estado de calidad de tipo BUENO.

Por consiguiente, las comunidades del bentos de fondos blandos carecen de efectos debidos a contaminación por aportes procedentes de la operación en la mina y puerto, con especies características de estados no contaminados o alterdos y que presentan una organización estructural evolutiva propia de los ecosistemas en los que se desarrollan.

8.3.2. Resultados del estado físico-químico del agua y sedimento

Los resultados obtenidos con el fin de valorar el estado físico-químico del agua y sedimentos en los diferentes sitios de muestreo se resumen en el **Cuadro 27**.

CUADRO 27. RESULTADOS DEL ESTADO DE CALIDAD FISICO-QUÍMICO DEL AGUA Y SEDIMENTOS

SITIO DE MUESTREO	GRADO DE CUMPLIMIENTO	GRADO DE CUMPLIMIENTO	ESTADO QUÍMICO SEDIMENTO	ESTADO FISICO-QUÍMICO AGUA
R-18	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA
E-4	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA
Caimito	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA
E-10	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA
T-1	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA



CUADRO 27. RESULTADOS DEL ESTADO DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA Y SEDIMENTOS

SITIO DE MUESTREO	GRADO DE CUMPLIMIENTO	GRADO DE CUMPLIMIENTO	ESTADO QUÍMICO SEDIMENTO	ESTADO FÍSICO-QUÍMICO AGUA
T-2	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA
R-33	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA
R-15	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA
R-3	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA
R-12	CUMPLE	CUMPLE	BUENA	BUENA

Como se puede observar, los parámetros analizados cumplen con los límites legales establecidos en la legislación de referencia, con un estado de calidad valorado como BUENO.

8.3.3. Valoración final del estado ecológico del medio marino-costero

En el **Cuadro 28** se sintetizan los resultados de la valoración de los indicadores empleados y del estado ecológico final para cada sitio de muestreo. En resumen, todos los sitios se han clasificado con un ESTADO ECOLÓGICO MUY BUENO A BUENO.

CUADRO 28. VALORACIÓN FINAL DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS SITIOS DE MUESTREO

CODIGO SITIO MUESTREO	CALIDAD FQ	CALIDAD QA	CALIDAD QS	CALIDAD BB	ESTADO ECOLÓGICO FINAL
R-18	BUENA	BUENA	BUENA	BUENO	BUENO
E-4	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENO	MUY BUENO
Caimito	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENO	MUY BUENO
E-10	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENO	MUY BUENO
T-1	BUENA	BUENA	BUENA	BUENO	BUENO
T-2	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENO	MUY BUENO
R-33	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENO	MUY BUENO
R-15	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENO	MUY BUENO
R-3	BUENA	BUENA	BUENA	BUENO	BUENO
R-12	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENO	MUY BUENO

NOTAS. CALIDAD F-Q: calidad físico-química del agua; CALIDAD QA: calidad química del agua; CALIDAD QS: calidad química del sedimento; CALIDAD BB: calidad biológica del bentos marino.



9. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los principales resultados obtenidos en el monitoreo de los ecosistemas marino-costeros realizados durante los días 23 al 27 de noviembre de 2021 en la zona de Punta Rincón en el Proyecto Mina de Cobre panamá, se resumen en los siguientes puntos:

- El objetivo principal de la presente consultoría es continuar con el Plan de Monitoreo de Ecosistemas Marino-Costeros iniciado en el año 2015, mediante un Programa de Monitoreo de Efectos Ambientales (EEM por sus siglas en inglés) dirigido a asegurar que los controles ambientales y otras medidas de mitigación sean efectivas para la protección de la viabilidad de los ecosistemas marinos en el entorno de las operaciones de la mina y el puerto.
- De esta forma, se ha continuado con la aplicación de los índices e indicadores ambientales establecidos en el Plan, centrando los trabajos en este monitoreo semestral del año 2021 en los indicadores biológicos (bentos de fondos duros y blandos y peces) y estudios de calidad de agua, sedimentos y biota, con el fin de conocer cómo evolucionan en el tiempo desde el año 2015 (considerada la línea base) y su grado de afectación por las actividades de la mina y el puerto.
- Desde el punto de vista metodológico, se han seguido los mismos métodos y técnicas de monitoreo a los empleados en los monitoreos de años anteriores. De esta forma, el diseño de los sitios de monitoreo consideró sitios de muestreo cercanos al proyecto (Punto de Muestreo Cercano, PMC), sitios de muestreo lejano (Punto de Muestreo Lejano, PML) y sitios de muestreo de referencia (REF) que son áreas no influenciadas por el proyecto.
- Se emplearon los mismos seis (6) sitios de muestreo que en años anteriores (R3 y R33 representativo de zonas profundas lejanas y R12, R15, R18 y Caimito Este de zonas someras cercanas y referencia), además de cuatro (4) sitios: T1 y T2 próximos al muelle de descarga del puerto y E-4 y E-10 más alejados del puerto. Asimismo, se incluyeron los siete (7) sitios en el rompeolas (RO1 al RO7).
- Para el estudio de la calidad del agua se realizaron mediciones de parámetros físico-químicos en toda la columna de agua y toma de muestras de agua marina a -1 m para la realización de diferentes parámetros (físicos, nutrientes, metales pesados, etc). En las muestras de sedimentos se analizaron diferentes parámetros químicos (COT, metales pesados) y en la biota (mediante capturas directas de pez león) el contenido de metales pesados por un laboratorio externo contratado por MINERA PANAMÁ.
- Para el estudio de las comunidades de fondos duros se emplearon buceadores profesionales (equipados con cámaras fotográficas y de vídeo submarino), que en diferentes transectos lineales establecidos en cada sitio -y sobre la base de datos tomados con cuadrantes- se determinó, entre otros, la cobertura de corales y otros organismos y grupos biológicos. Por su parte, para el estudio de los fondos blandos, se tomaron muestras de sedimento con buceadores y dragas y se completó el estudio del



bentos marino. El estudio de peces se realizó con apoyo de buceadores profesionales y siguiendo el método del transecto en cada sitio de muestreo.

Durante este monitoreo se siguieron con los muestreos en el rompeolas en siete (7) sitios, en los que se realizaron los mismos muestreos que en fondos duros y comunidades de peces y siguiendo la misma metodología descrita.

- El conjunto de muestreos lo realizó un equipo de cuatro técnicos cualificados, más el patrón del bote, siguiendo los procedimientos estipulados en los TdR de la consultoría y normas de calidad UNE/EN/ISO 17025. Para optimizar el trabajo, las tareas fueron divididas entre los técnicos, realizando dos de ellos (con títulos de buceadores profesionales) el muestreo de elementos biológicos y los otros dos la caracterización de calidad de aguas y muestreos de sedimentos. En todos los muestreos, se contó con un paramédico y buceador de apoyo, siguiendo los mayores estándares de seguridad y salud en el trabajo y, en especial, los protocolos de protección y seguridad biosanitarios en relación con la pandemia del COVID-19.
- Para los valores de referencia o guía de los parámetros de calidad de aguas (físico-químicos) se ha empleado la siguiente normativa vigente en Panamá, así como normativa específica de referencia para niveles de metales pesados en sedimentos y peces.
 - Norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo para la categoría “sin contacto directo”. Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008.
 - Protocolo del Consejo Canadiense del Ministerio del Ambiente (CCME) y Ley holandesa de suelos contaminados: “Soil Clean-Up Act.1983”.
 - Diferentes Directivas Comunitarias de la Unión Europea sobre contenido de metales pesados en peces.
- Durante este período, las condiciones atmosféricas fueron muy similares, presentando cielos nublados (>50% nubes), presencia de lluvias esporádicas y una temperatura ambiente en el rango de 28-30°C.
- Las medidas de parámetros físico-químicos del agua marina efectuadas con sonda multiparamétrica in situ, indican unas condiciones propias del mar Caribe para la época con moderada a alta concentración de oxígeno disuelto (sobre 6,3-6,8 mg/l y 100% de saturación), salinidades propias de agua de mar (36-37 PSU) y un pH de 8,0-8,8 unidades. La turbidez del agua en esta campaña se ha mantenido baja e inferior a 2 NTU.
- Se destaca que en ningún sitio se incumplen los límites para temperatura (variaciones superiores a 3°C de las condiciones naturales), pH (6,5-8,5 unidades pH), turbiedad (50-100 NTU), sólidos en suspensión (<50 mg/L) y oxígeno disuelto (6-7 mg/L) del Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008.



- Todos los metales pesados en agua incluidos en el Decreto Ejecutivo N° 75 de 4 de junio de 2008 (arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo) cumplen con los límites de calidad.
- La composición granulométrica del sedimento es relativamente homogénea entre los diferentes sitios. En los fondos blandos, predominan las arenas medias a gruesas, sin diferencias significativas entre las muestras, y características del litoral caribeño.
- No se aprecia en el sedimento efectos asociados con la operación del puerto o de las actividades de la Mina, debido al escaso porcentaje de arenas finas y limos presentes en los sedimentos de los sitios someros (más próximos a la costa y potencialmente influenciados) y los más profundos.
- En las muestras de sedimento, los Bifenilos Policlorados (PCBs) de siete formas y PCB totales, Hidrocarburos Totales de Petróleo, Pesticidas Organoclorados y Organofosfatados presentan concentración por debajo de los límites de detección (LD) de los métodos analíticos empleados, lo que indica una concentración muy baja y no detectable y nula contaminación por estos compuestos.
- Dentro de los metales en sedimentos, las concentraciones de cadmio han sido muy bajas ($<0,3$ mg/kg) y por debajo del LD, así como las de plomo por debajo del LD ($<3,0$ mg/kg) y zinc con valores muy bajos y muy inferiores al LEB. Solo el cromo en el sitio R-12 ha presentado una concentración por encima de LEB (42,6 mg/kg). El cobre ha superado el valor LEB (35,7 mg/kg) en los sitios T1, CE, R16, E4 y R12, manteniéndose por debajo de los 90 mg/kg.
- Las concentraciones de metales pesados en tejidos de pez león -especie objetivo empleada- han sido bajas en todos los sitios de muestreo y se cumple con el límite para plomo (0,30 mg/kg), cadmio (0.25 mg/kg) y mercurio (0.5-1.0 mg/kg).
- Los fondos duros profundos ubicados frente a Punta Rincón, poseen un sustrato rocoso variable entremezclado con arena. Las zonas profundas se caracterizan por poseer menor penetración de la luz y moderada turbidez, lo que limita el crecimiento de ciertas especies y contribuye al desarrollo de otras como esponjas y colonias de corales. Por su parte, los fondos duros someros se caracterizan por presentar una alternancia de sustratos duros y parches de arena y una mayor penetración de la luz, aunque están expuestos de forma más intensa a la acción del oleaje y los aportes de agua dulce del continente o los procesos sedimentarios.
- Los porcentajes de cobertura de los transeptos de este monitoreo 2021, son semejantes a los registrados en el monitoreo realizado en años anteriores y sin cambios destacables con respecto al monitoreo considerado como línea base.
- Las comunidades de fondos duros en los dos sitios profundos (R3 y R33) son muy similares, predominando el grupo de las esponjas y seguido de los corales adaptados a las condiciones oceanográficas de este tipo de hábitats. En principio, el sitio R3 ha



contado con mayor cobertura de especies, pero sin ser una diferencia significativa. Entre los corales predominan *Agaricia agaricites*, *Agaricia undata*, *Diplora clivosa* y *Porites asteroides*.

- Los fondos duros someros (R12, R15 y R18) presentan comunidades muy parecidas entre sí y diferentes de los fondos duros profundos. Entre los corales se registró un total de siete especies, formadas principalmente por especies pioneras como *Siderastrea siderea*, *Agaricia undata*, *Agaricia agaricites* y *Porites asteroides*, este último el más representativo de este tipo de fondo. Entre las esponjas se pueden destacar *Aplysina cauliformis*, *Aplysina fulva*, *Callyspongia vaginalis*, *Clathrina primordialis*, *Ircina campan* y *Xestospongia muta*, no estando limitados por el oleaje ni la sedimentación
- Las gorgóneas o corales blandos o falsos corales de los sitios de muestreo en fondos duros profundos y someros fueron muy parecidas, destacando las especies *Pseudopterogorgia amaericana*, *Pseudopterogorgia acerosa* y *Muriceopsis flavida*.
- En las costas del Caribe no es común encontrar algas y algas coralinas asociadas a tipos de fondos arenosos; así los porcentajes registrados para este grupo biológico fueron ligeramente inferior a otros grupos biológicos. Sin embargo, se visualizó cerca de los transeptos algas como *Halimeda tuna*, *Amphiroa fragilissima*, *Chondrophycus papillosus*, *Dictyota menstrualis*, *Padina pavonica* y *Galaxaura obtusata*.
- El grupo de las otras formas de vida y los desconocidos conformados por especies de invertebrados marinos, se pueden mencionar las especies como Ascidiar, langosta *Panillurus argus*, poliquetos como *Spirobranchus giganteus*, *Echinometra lucunter*, y el Crinoideo *Nemaster grandis*.
- Los sitios T1 y T2 presentan un sustrato dominado mayoritariamente (>99%) por las arenas finas a medias, en las que no se han registrado especies típicas de fondos duros, con la ausencia de corales y otras formaciones biológicas de interés. Forman claramente un grupo diferente al resto de sitios de monitoreo, aunque con una cierta similitud con los sitios someros por la composición, también alta en éstos (>75%) de arenas y piedras en el sustrato.
- Por comparación con los resultados obtenidos en anteriores monitoreos, se destaca que no se han encontrado diferencias que superen el 5-10% de cobertura o composición de especies, lo que indica una escasa diferencia en los resultados obtenidos. Estas diferencias son normales, ya que la metodología seguida tiene una incertidumbre relativa, debida principalmente a la posición del transepto y cuadrante que pueden variar de unos monitoreos a otros.
- En el bentos marino de sustratos blandos se muestrearon 10 estaciones, de las cuales se cuantificó un total de 15447 individuos y se identificaron 3 Phyla, 5 Clases, 27 Órdenes y 34 Familias. Con 46 taxones registrados, el bentos está constituido mayoritariamente por Moluscos con 28 especies, en menor proporción los Poliquetos con 6 y Crustáceos con 3 taxones.



- La distribución espacial del número de especies de los principales taxa permitió evidenciar la dominancia de los moluscos en todas las localidades especialmente en R-12, R-3 y R-15. Del análisis de la abundancia acumulativa por localidades monitoreadas se puede señalar que hay tres grupos de acuerdo al número de individuos cuantificados: con un mayor número se registraron las localidades R-15 con 4870 ind/m², R-12 con 2348 ind/m² y R-33 con 1927 ind/m². Las de menor abundancia fueron E-4 con 23 ind/m² y Caimito Este con 209 ind/m².
- Teniendo en cuenta el análisis de clasificación, no se han registrado comunidades diferentes en función de la composición del bentos blando. Con excepción del sitio de monitoreo R-15, el resto de sitios presentan una elevada similitud en cuanto a la composición de especies, independiente de la profundidad, tipo de sustrato (muy similar entre ellas) o la composición físico-química del agua y otros elementos oceanográficos (corrientes, marea, etc). El sitio de monitoreo R-15 presenta una mayor densidad de especies (4879 ind/m²) con respecto al resto de estaciones, con la dominancia de *Ceratum* sp y *Rissoina* sp y una significativa representación de especies de moluscos y anélidos.
- Tal y como sucede en toda el área marina de Punta Rincón, la especie más abundante observada fue *Canthigaster rostrate* (99%) debido a la coincidencia de los monitoreos con el bloom de esta especie ya comentado con anterioridad. Otras especies presentes han sido *Acanthurus bahianus*, *Carangoides bartholomei*, *Kyphosus sectatrix* (Linnaeus, 1758), *Stegastes variabilis* (Castelnau, 1855), *Sparisoma viride* (Bonnaterre, 1788) y *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus, 1758), todas con porcentajes muy bajos debido a la fuerte dominancia del tamboril.
- Las altísimas densidades del pez tamboril observadas en la presente campaña, coinciden con un fuerte bloom de esta especie, fenómeno que se da habitualmente y de forma estacional en estas costas. Seguido a estos blooms, esta especie sufre episodios de mortandad masivos, que también son frecuentes en la costa del Caribe panameño y otras costas próximas. No hay información suficiente sobre estos episodios, ni por qué se produce ésta sobre-población o bloom poblacional, ni por qué se producen las mortandades como estrategia de reclutamiento. Se han apuntado varias causas (calentamiento del agua, falta de alimento, parásitos, etc), pero ninguna es concluyente.
- Cabe señalar, que la comunidad de peces registrada en los fondos someros está asociada con la disponibilidad de alimento y refugio. Cuenta con hábitats adecuados, en los que aparecen una buena diversidad de refugios (cornisas y pequeñas cuevas en las grandes rocas, fisuras en las plataformas rocosas, fondos de arena y algas, etc), por lo que alberga una comunidad rica y diversa de especies características de esta área del caribe.
- La abundancia relativa del pez león en el presente monitoreo fue de 0,1% para el fondo somero y de 0,1% para el fondo profundo, aunque en este caso hay que destacar la gran influencia porcentual del tamboril en los recuentos. Se observa, con respecto a años anteriores, que la especie se mantiene en los porcentajes y densidades, con pequeñas variaciones. Por tanto, se puede adelantar que, a partir de los datos



disponibles, la especie ha llegado a un tamaño poblacional y densidad más o menos estable, aunque pueden variar los efectivos entre los sitios de monitoreo y años debido a factores externos (alimento, depredación, etc).

- Esta especie está posicionada en las partes altas de los transeptos monitoreados, observándose principalmente peces juveniles y adultos. Como especie invasiva, puede ocasionar graves problemas ecológicos en la estructura ictiológica de los arrecifes en los fondos duros de piedra y arrecifes de coral (Christopher & Olden, 2011) en el área del Caribe de Panamá. Es una especie invasora y dañina para el ecosistema, que llegó a las aguas del Caribe de Panamá a través de las corrientes (Vásquez-Yeomans et al. 2011), producto de la invasión de este organismo, la cual se originó en Florida, Estados Unidos (Whitfield et al. 2002; Hare & Whitfield, 2003, Schofield, 2010). Debido a su impacto, se recomienda desarrollar un plan para el control de las poblaciones de esta especie en las áreas cercanas al proyecto de Minera Panamá.
- Durante este monitoreo se han continuado con los trabajos en el rompeolas del puerto en siete sitios de monitoreo, con el objetivo de caracterizar en detalle las comunidades biológicas de fondos duros y peces. El monitoreo y seguimiento de la evolución temporal en los procesos de colonización de las comunidades biológicas de las rocas depositadas para el rompe olas, permitirá evaluar la utilidad de estos espacios como hábitats artificiales.
- Se ha registrado una progresiva colonización por grupos biológicos de las rocas del rompe olas en su parte más externa que parece se va afianzando con el tiempo –como así se observó en monitoreos anteriores-, con la presencia de corales y primeras formas de esponjas. En la parte interna, menos expuesta y dentro de la zona de abrigo del rompe olas, esta colonización todavía es incipiente, aunque se aprecian signos de implantación de colonias de corales.
- La comunidad de peces en el rompeolas presenta un número significativo de peces y densidades, comparables a las registradas en el estudio marino-costero. Se aprecia una clara diferencia entre los valores de abundancia (densidad) y los índices de diversidad de la parte externa de la interna, con una comunidad mejor estructurada y más diversa en los transeptos expuestos a mar abierto. No obstante, la comunidad de peces en el interior del rompeolas se puede considerar de alto valor ambiental, con especies y densidades propias de aguas litorales del Caribe.
- Los resultados obtenidos -al igual que los registrados en años anteriores-, indican que el rompe olas sirve como hábitat para las diferentes comunidades biológicas, contribuyendo a que aparezca en la zona del puerto una mayor riqueza y abundancia de especies bentónicas y pelágicas litorales.
- Tanto el recuento de huevos, como el de larvas de peces fue relativamente bajo (15-22 ind/m³ para huevos y 35-46 ind/m³ para larvas), con densidades inferiores a las que se pueden encontrar en mar abierto y que son del orden de 50-100 ind/m³ para huevos y de 30-50 ind/m³ para larvas en el Caribe.



- La composición de especies en las larvas analizadas refleja en cierta medida la composición de peces registrada en los monitoreos en el rompeolas y sitios someros. Destacan las larvas de dos especies *Acanthurus bahianus* y *Carangoides bartolomae*, con porcentajes que llegan al 20%. El resto de larvas se corresponden con especies también presentes en la zona, aunque con porcentajes muy bajos e inferiores al 10%. Son especies muy comunes en las zonas tropicales y el Caribe, con un bajo valor pesquero y económico, no siendo objeto de explotación pesquera por las comunidades locales.
- En otros estudios similares, como el realizado por Cubillos (2015)⁶ en dónde se evaluó el impacto potencial de la mortalidad por succión de huevos de sardina común y anchoveta, debido a la operación del Penco- 3/h, con un promedio anual de 43,82 huevos/m³ y 9,08 larvas/m³ succionados. Al aplicar el modelo, y suponiendo el 100 % de biomasa perdida, la magnitud promedio de la biomasa pérdida huevo-equivalente en un año fluctuó entre 22,2 y 29,95 toneladas de anchoveta, valores equivalentes en biomasa total por año de 266,46 y 359,38 toneladas de anchoveta. En este trabajo se concluyó que las cantidades removidas por efecto de la operación del proyecto, resultan ser insignificantes, siendo aún menores en el caso de la toma en Punta Rincón debido a que el caudal de toma y la concentración de larvas y huevos también son menores.
- Se ha procedido al análisis de los indicadores ambientales que se vienen empleando de forma rutinaria en el EEA para valorar cómo cambian los resultados de los diferentes elementos ambientales considerados (bentos marino y peces). De esta forma, con el fin de resumir e interpretar estos resultados de la forma más sencilla posible, se ha utilizado una simbología que indica la tendencia de cada indicador en el tiempo en comparación con las condiciones de referencia y la línea de base del año 2015.
- La tendencia de los indicadores biológicos de los años en los que se han completado monitoreos (2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y del presente 2021) comparados con los de la línea base del año 2015 indican variaciones poco significativas. En este sentido, se destaca que las condiciones generales analizadas han variado muy poco con respecto a la línea base, no apreciándose por el momento una tendencia hacia peores condiciones en la salud de los ecosistemas marino-costeros (bióticos) asociados con las actividades de operación de la mina y el puerto.
- Para complementar el análisis de tendencias de los indicadores ambientales establecidos en el EEA, se ha evaluado el estado ecológico del medio marino en el entorno del Puerto. Para ello, se han empleado los elementos físico-químicos y biológicos, que en su conjunto describen cómo se comporta el ecosistema acuático frente a posibles impactos y si se han producido cambios en su estructura o funcionamiento como consecuencia de los mismos. A su vez, cada uno de estos elementos viene representado por uno o varios índices de calidad.
- Las comunidades de los bentos estudiadas indican, a través de las especies sensibles que las forman, unas MUY BUENAS a BUENAS condiciones del medio marino, con

6 Luis Cubillos, 2015. Estimación del impacto del arrastre de huevos y larvas de sardina común y anchoveta por succión sobre el rendimiento pesquero huevo-equivalente. Proyecto terminal GNL Penco-Lirquén.



valores de los índices que determina AMBI que son propios de sistemas ligeramente alterados por causas naturales y/o cambios estructurales asociados con la época del muestreo y estado de las poblaciones. Las comunidades del bentos de fondos blandos carecen de efectos debidos a contaminación por aportes procedentes de la operación en la mina y puerto, con especies características de estados no contaminados y que presentan una organización estructural evolutiva propia de los ecosistemas en los que se desarrollan.

- Por su parte, los parámetros físico-químicos analizados en el agua, sedimento y biota cumplen con los límites legales en Panamá o los establecidos en la legislación de referencia, con un estado de calidad valorado como BUENO.
- En resumen, todos los sitios de monitoreo analizados se han clasificado con un ESTADO ECOLÓGICO de categoría BUENO a MUY BUENO, no apreciándose efectos ambientales de tipo negativo debido a la operación de la mina y el puerto.



10. BIBLIOGRAFÍA

PECES

ALLEN, G.R. 1985. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish Synopsis 6(125): 1-208.

ANAM. 2008. RESOLUCIÓN No. AG-0051-2008 “Por la cual se reglamenta a las especies de fauna y flora amenazadas y en peligro de extinción, y se dictan otras disposiciones”. Gaceta oficial No. 26013 del 7 de abril de 2008.

BOHLKE, J.E. & C.G. CHAPLIN. (2 ed.). 1993. Fishes of the Bahamas and Adjacent Tropical Watersn. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, University of Texas Press, USA, 771 pp.

BROCK RE. 1982. A critique of the visual *census* method for assessing coral reef fish populations. Bulletin of Marine Science 32(1): 269-276.

BUSSING, W.A. 1987. Peces de las Aguas Continentales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, 271 p.

BUSSING, W.A. 1998 (2 ed.) Peces de las Aguas Continentales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. vol. 46, supl. 2: 1-468.

CARPENTER, K.E. (ed.). 2002a. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony Fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO pp 601-1374.

CARPENTER, K.E. (ed.). 2002b. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to molidae), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO p 1375-2127.

CERVIGON, F. 1966. Los Peces Marinos de Venezuela. Tomo I y II. Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas. 1-951 pp.

CERVIGON, F. & W. FISCHER. 1979. INFOPECA: Catálogo de Especies Marinas de Interés Económico Actual o Potencial para América Latina. Parte I- Atlántico Centro y Suroccidental. FAO/UNDP, SIC/79/1, Roma, 372 pp.

CERVIGON, F., R. CIPRIANI, W. FISCHER, L. GARIBALDI, M. HENDRICKX, A.J. LEMUS, R. MARQUEZ, J.M. POUTIERS, G. ROBAINA & B. RODRIGUEZ. 1992. Fichas FAO de identificación de las especies para los fines de la pesca. Guía de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur América.



Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD. Roma, FAO, 1992. 513 pp.

CHRISTOPHER R.B., & OLDEN, J.D. 2011. Multi-scale habitat occupancy of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in coral reef environments of Roatan, Honduras. *Aquatic Invasions* 6 (3): 347–353.

COLLETTE, B.B. & C. E. NAUEN. 1983. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species know to date. FAO Dish Synopsis 2(125): 1-137.

FISCHER, W. (ed.). 1978. FAO Identification Sheets for Fishery Purposes: Western Central Atlantic (Fishing Area 31), Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, vol. 1-7: pag. var.

FROESE, R. & D. PAULY. (ed.). 2013. FishBase, World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, versión (04/2013).

HEEMSTRA, P.C. & J.E. RANDALL. 1993. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date. FAO Fisheries Synopsis 16(125): 1-382.

HUMANN, P. 1997. (3ra. ed.). Reef Fish Identification: Florida, Caribbean, Bahamas. Paramount Miller Graphics Inc., Florida, 396 pp. + app.

JÁCOME, G. 2001. La pesca y el deterioro de los arrecifes en el Caribe y Panamá. Pp. 200-206. En: S. Heckadon-Moreno (Editor). Panamá: Puente Biológico. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Panamá, 233 p.

MEEK, S.E. & S.F. HILDEBRAND. 1923. The Marine Fishes of Panama. Field. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. Vol. XV (215): 1-330.

MEEK, S.E. & S.F. HILDEBRAND. 1925. The Marine Fishes of Panama. Field. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. Vol. XV (226): 331-708.

MEEK, S.E. & S.F. HILDEBRAND. 1928. The Marine Fishes of Panama. Field. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. Vol. XV (249): 709-1045.

PERRY, J.A. & S.D. PERRY. 1974. Los Peces Comunes de la Costa Atlántica de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Departamento de Biología, Serie Ciencias naturales No. 7, 225 p.

PLAN DE ACCIÓN DE BIODIVERSIDAD (PAB). Minera Panamá. S.A. Versión 2.0. Junio de 2011. 264 pp.

RANDALL, J.E. 1968. Caribbean Reef Fishes. T.F.H. Publications Inc., Neptune City, N.J., 318 pp.



SCHOFIELD, P. 2009. Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquat Invasions* 4:473–479.

FONDOS DUROS

Calder, D.R. and L. Kirkendale. 2005. Hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from shallow-water environments along the Caribbean coast of Panama. *Caribbean Journal of Science* 41: 476-491.

Collin, R., M. C. Diaz., J. Norenburg., R.M. Rocha, J.A. Sanchez., A. Schulze, M. Schwartz and A. Valdés. 2005. Photographic identification guide to some common marine invertebrates of Bocas del Toro, Panama. *Caribbean Journal of Science*. Vol. 41(3): 367-638. Gingsbur R. 1999. <http://www.agrra.org/updates/metodo.html>.

Humann, P. and N. Delpachach. 2006. Reef Fish Identification – Florida, Caribbean, Bahamas. 3rd Edition. New World Publications, Inc. USA. 480 pp. STRI Bocas Data Base, 2012. (www.stri.org).

Veron, J.E.N. 2000. Corals of the world. Stafford-Smith, M. (ed). Australian Institute of Marine Science. Volumen I. 463 p.

Zea, Sven. 1998. Estado actual del conocimiento en Sistemática de Esponjas Marinas (Poríferas) del Caribe Colombiano. *Boletín Ecotrópica: Ecosistemas Tropicales* N° 33: 45-59.

BENTOS MARINO

Abbott, R. T. 1954. American Shells. D. Van Nostrand company, Inc. 541 pp.

Fauchald, K. 1984. Preface. En *Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico*. Eds. J. M. Uebelecker & P. G. Johnson. Mobile: Barry A. Vittor and Associates, págs. iv-v.

Ferrero-Vicente, L.M. et al., 2011. Soft-bottom sipunculans from San Pedro del Pinatar (Western Mediterranean): influence of anthropogenic impacts and sediment characteristics on their distribution. *Animal Biodiversity and Conservation*. 34, 101-111.

Garcés, H. 1994. El Bentos Marino. *Scientia Edición Especial*. 111-117.

Gray, J.S. 1981. The ecology of marine sediments. Cambridge University Press. London. 185 pp.

Keen, M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. Stanford, California. 1000 pp.

Levinton, J. 1982. Marine Ecology. Printice Hall Inc. New York. U.S.A. 526 pp.

Liñeros, I. 1997. Poliquetos Bénticos de Venezuela. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná. Pp. 148.



Morales- N. A. G., D. E. Alston & A. Cabarcas. 2003. Preliminary effects of open-ocean cages on benthic maroinvertebrate populations. April 3, 2003. VIII Sigma Xi Poster Day.

Rodríguez, G. 1980. Los Crustáceos del Caribe Venezolano. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas. 494 pp.

SALAZAR-VALLEJO, S.I., J.A. DE LEÓN-GONZÁLEZ Y H. SALAICES-POLANCO. 1989 (1988). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Libros, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, 212 p.

Villalaz, J., C., A. Vega., J. Ávila & J. A. Gomes. 2002. Análisis Temporal de Macroinvertebrados Bentónicos en Playa el Agallito, Chitré. Tecnociencia. Vol.4. 2:111-126.

Warwick, R. & M. Ruswahyuni. 1987. Detection of pollution effects on marine macrobenthos: Further evaluation of the species abundance- biomass method. Mar. Biol., 95: 193-200.



ANEXO 1

INFORMES DE ENSAYO DE ANÁLISIS EN LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

Minera Panamá S.A.

Torre de Las Américas Torre A Nro. Piso 21 Punta Pacífica Ciudad de Panamá Panamá

Monitoreo Ambiental Noviembre 2021

Emitido por: Karin Zelada Trigos

Fecha de Emisión: 20/12/2021

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 22



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 24

N° ALS LS		660109/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		25/11/2021					
Hora de Muestreo		11:47:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R33-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	10/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total	11585	04/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O ₂ /L	4	5	7	4,9E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	03/12/2021	mg NO ₃ -N/L	0,005	0,050	0,102	8,3E-3
Nitritos, (como N)*	10919	02/12/2021	mg NO ₂ -N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,142	0,040
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	03/12/2021	mg/L	23	80	15487	553
Bromuro, Br-	20501	03/12/2021	mg/L	1,2	4,0	38,9	5,1
Fluoruros, F-	20501	03/12/2021	mg/L	0,7	2,0	1,4	NE
Sulfatos, SO ₄ -2	20501	03/12/2021	mg/L	34,1	84,6	2230	85
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco							
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,015	4,3E-3
Amoniaco	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,018	5,2E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₉ -C ₄₀)	20488	02/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cálcula y Dureza Magnésica por Calculo							
Dureza Cálcula	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	877,9	8,6E+1
Dureza Magnésica	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	4687	3,0E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	5565	4,7E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,03	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,642	6,6E-1
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,007	2,5E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	348,8	1,8E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	< 0,02	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	350,1	1,5E+1
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,171	2,0E-2
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1138	6,0E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660109/2021-1.0

25/11/2021

11:47:00

Agua de Mar

HB-R33-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,009	3,4E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9469	4,3E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,50	3,9E-1
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,251	1,7E-1
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0023	9,7E-4
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,06	2,2E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,642	6,6E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,007	2,5E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	351,6	1,8E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,05	4,8E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	350,1	1,5E+1
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,171	2,0E-2
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1138	6,0E+1
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,009	3,4E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9659	4,3E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,68	4,0E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,546	1,8E-1
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0023	9,7E-4



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS				660109/2021-1.0			
Fecha de Muestreo				25/11/2021			
Hora de Muestreo				11:47:00			
Tipo de Muestra				Agua de Mar			
Identificación				HB-R33-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,001	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Organico Total*	23508	06/12/2021	mg/L	---	0,05	0,06	---

N° ALS LS				660110/2021-1.0			
Fecha de Muestreo				25/11/2021			
Hora de Muestreo				15:55:00			
Tipo de Muestra				Agua de Mar			
Identificación				HB-T2-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	10/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total	11585	04/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O ₂ /L	4	5	9	5,9E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	03/12/2021	mg NO ₃ -N/L	0,005	0,050	0,027	NE
Nitritos, (como N)*	10919	02/12/2021	mg NO ₂ -N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,090	0,039
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	03/12/2021	mg/L	23	80	16559	568
Bromuro, Br-	20501	03/12/2021	mg/L	1,2	4,0	42,3	5,1
Fluoruros, F-	20501	03/12/2021	mg/L	0,7	2,0	0,8	NE
Sulfatos, SO ₄ -2	20501	03/12/2021	mg/L	34,1	84,6	2240	86
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniac							
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,014	4,3E-3
Amoniac	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,017	5,1E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	20488	02/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cálrica y Dureza Magnésica por Calculo							
Dureza Cálrica	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	982,6	1,0E+2
Dureza Magnésica	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	5096	3,2E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	6078	5,2E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,02	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,989	7,1E-1
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	384,9	2,0E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660110/2021-1.0

25/11/2021

15:55:00

Agua de Mar

HB-T2-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	< 0,02	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	378,0	1,6E+1
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,172	2,0E-2
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1237	6,5E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,010	3,7E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9909	4,5E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,42	NE
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,960	2,1E-1
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0025	1,0E-3
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,06	2,2E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,989	7,1E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	393,5	2,1E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,05	4,8E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	388,6	1,7E+1
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,172	2,0E-2
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1237	6,5E+1
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,011	4,1E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	10157	4,6E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660110/2021-1.0

25/11/2021

15:55:00

Agua de Mar

HB-T2-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,59	4,0E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	7,115	2,1E-1
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0027	1,1E-3
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,001	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Organico Total*	23508	06/12/2021	mg/L	---	0,05	0,09	---

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660111/2021-1.0

25/11/2021

16:12:00

Agua de Mar

HB-T1-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	10/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total	11585	04/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O ₂ /L	4	5	6	4,4E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	03/12/2021	mg NO ₃ -N/L	0,005	0,050	< 0,005	NE
Nitritos, (como N)*	10919	02/12/2021	mg NO ₂ -N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,097	0,039
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	03/12/2021	mg/L	23	80	16719	571
Bromuro, Br-	20501	03/12/2021	mg/L	1,2	4,0	43,3	5,1
Fluoruros, F-	20501	03/12/2021	mg/L	0,7	2,0	1,6	NE
Sulfatos, SO ₄ -2	20501	03/12/2021	mg/L	34,1	84,6	2391	90
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco							
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,018	4,5E-3
Amoniaco	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,022	5,3E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	20488	02/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cálrica y Dureza Magnésica por Calculo							
Dureza Cálrica	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	943,0	9,7E+1
Dureza Magnésica	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	5008	3,2E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	5951	5,0E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,03	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,853	6,9E-1



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660111/2021-1.0

25/11/2021

16:12:00

Agua de Mar

HB-T1-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	369,9	1,9E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,03	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	358,4	1,5E+1
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,159	1,9E-2
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1208	6,3E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,010	3,7E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	10360	4,7E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	< 0,30	NE
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,806	2,0E-1
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0026	1,1E-3
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,08	2,6E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,941	7,0E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	377,7	2,0E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,06	4,9E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	375,1	1,6E+1
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,159	1,9E-2
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1216	6,4E+1



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660111/2021-1.0

25/11/2021

16:12:00

Agua de Mar

HB-T1-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,010	3,7E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	10360	4,7E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,59	4,0E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	7,003	2,1E-1
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0026	1,1E-3
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,001	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Orgánico Total*	23508	06/12/2021	mg/L	---	0,05	< 0,05	---

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660113/2021-1.0

26/11/2021

14:15:00

Agua de Mar

HB-R18-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	10/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total	11585	04/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O ₂ /L	4	5	6	4,4E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	03/12/2021	mg NO ₃ -N/L	0,005	0,050	< 0,005	NE
Nitritos, (como N)*	10919	02/12/2021	mg NO ₂ -N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,118	0,040
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	03/12/2021	mg/L	23	80	15721	556
Bromuro, Br-	20501	03/12/2021	mg/L	1,2	4,0	40,0	5,1
Fluoruros, F-	20501	03/12/2021	mg/L	0,7	2,0	1,3	NE
Sulfatos, SO ₄ -2	20501	03/12/2021	mg/L	34,1	84,6	2218	85
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniacal							
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,017	4,4E-3
Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,020	5,3E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	20488	02/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cálcula y Dureza Magnésica por Cálculo							
Dureza Cálcula	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	893,0	8,9E+1



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660113/2021-1.0

26/11/2021

14:15:00

Agua de Mar

HB-R18-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Dureza Magnética	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	4823	3,0E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	5716	4,9E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,03	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,614	6,5E-1
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	349,7	1,8E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	< 0,02	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	300,6	1,2E+1
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,142	1,7E-2
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1137	6,0E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,009	3,4E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9639	4,3E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,54	3,9E-1
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,409	1,8E-1
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0025	1,0E-3
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,33	8,0E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,827	6,9E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,009	2,9E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	357,6	1,9E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660113/2021-1.0

26/11/2021

14:15:00

Agua de Mar

HB-R18-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	0,005	1,1E-3
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,24	5,9E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	321,2	1,3E+1
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,142	1,7E-2
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1171	6,2E+1
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,009	9,3E-4
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,010	3,7E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9639	4,3E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	1,07	4,1E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,409	1,8E-1
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0026	1,1E-3
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,002	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Orgánico Total*	23508	06/12/2021	mg/L	---	0,05	0,26	---

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660118/2021-1.0

26/11/2021

14:21:00

Agua de Mar

HB-R3-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	10/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total	11585	04/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O2/L	4	5	9	5,9E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	03/12/2021	mg NO3-N/L	0,005	0,050	0,038	NE
Nitritos, (como N)*	10919	02/12/2021	mg NO2-N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,107	0,040
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	03/12/2021	mg/L	23	80	15690	556
Bromuros, Br-	20501	03/12/2021	mg/L	1,2	4,0	40,4	5,1
Fluoruros, F-	20501	03/12/2021	mg/L	0,7	2,0	1,3	NE
Sulfatos, SO4-2	20501	03/12/2021	mg/L	34,1	84,6	2245	86
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniacal							



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS		660118/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		26/11/2021					
Hora de Muestreo		14:21:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R3-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,020	4,5E-3
Amoniaco	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,024	5,4E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	20488	02/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cálctica y Dureza Magnésica por Calculo							
Dureza Cálctica	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	916,8	9,3E+1
Dureza Magnésica	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	5016	3,2E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	5932	5,0E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,03	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,397	6,2E-1
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	357,4	1,9E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	< 0,02	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	317,7	1,3E+1
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,129	1,5E-2
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1155	6,1E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,010	3,7E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9646	4,3E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,49	NE
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,493	1,8E-1
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0025	1,0E-3
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,32	7,8E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660118/2021-1.0

26/11/2021

14:21:00

Agua de Mar

HB-R3-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,572	6,5E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,009	2,9E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	367,2	1,9E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,24	5,9E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	319,2	1,3E+1
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,129	1,5E-2
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1218	6,4E+1
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	8,8E-4
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,010	3,7E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9864	4,4E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,95	4,0E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,493	1,8E-1
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0026	1,1E-3
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,002	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Orgánico Total*	23508	06/12/2021	mg/L	---	0,05	< 0,05	---

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660120/2021-1.0

26/11/2021

16:16:00

Agua de Mar

HB-CE-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	10/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total	11585	04/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O ₂ /L	4	5	9	5,9E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	03/12/2021	mg NO ₃ -N/L	0,005	0,050	0,044	NE
Nitritos, (como N)*	10919	02/12/2021	mg NO ₂ -N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660120/2021-1.0

26/11/2021

16:16:00

Agua de Mar

HB-CE-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,202	0,041
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	03/12/2021	mg/L	23	80	14690	541
Bromuro, Br-	20501	03/12/2021	mg/L	1,2	4,0	36,8	5,1
Fluoruros, F-	20501	03/12/2021	mg/L	0,7	2,0	1,4	NE
Sulfatos, SO ₄ -2	20501	03/12/2021	mg/L	34,1	84,6	2201	85
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniac							
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,014	4,3E-3
Amoniac	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,017	5,1E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	20488	02/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cálrica y Dureza Magnésica por Calculo							
Dureza Cálrica	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	847,2	8,1E+1
Dureza Magnésica	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	4475	2,8E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	5322	4,5E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,03	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,291	6,0E-1
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,011	3,3E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	332,1	1,7E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	< 0,02	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	287,3	1,1E+1
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,114	1,4E-2
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1076	5,7E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	8,8E-4
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,015	5,5E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9349	4,2E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	1,21	4,1E-1
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,150	1,6E-1
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660120/2021-1.0

26/11/2021

16:16:00

Agua de Mar

HB-CE-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0023	9,7E-4
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,18	4,8E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,379	6,2E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,011	3,3E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	339,3	1,8E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,15	5,4E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	289,0	1,1E+1
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,114	1,4E-2
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1087	5,7E+1
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,010	9,8E-4
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,015	5,5E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9681	4,4E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	1,59	4,2E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	6,150	1,6E-1
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0024	1,0E-3
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,002	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Organico Total*	23508	06/12/2021	mg/L	---	0,05	0,11	---



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660123/2021-1.0

26/11/2021

16:20:00

Agua de Mar

HB-E4-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	10/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total	11585	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O ₂ /L	4	5	5	3,8E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	03/12/2021	mg NO ₃ -N/L	0,005	0,050	0,126	1,0E-2
Nitritos, (como N)*	10919	02/12/2021	mg NO ₂ -N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,304	0,042
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	03/12/2021	mg/L	23	80	10095	473
Bromuro, Br-	20501	03/12/2021	mg/L	1,2	4,0	25,3	5,1
Fluoruros, F-	20501	03/12/2021	mg/L	0,7	2,0	1,2	NE
Sulfatos, SO ₄ -2	20501	03/12/2021	mg/L	34,1	84,6	1478	64
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco							
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,015	4,3E-3
Amoniaco	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,018	5,2E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	20488	03/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cálctica y Dureza Magnésica por Calculo							
Dureza Cálctica	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	600,2	4,6E+1
Dureza Magnésica	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	3150	2,1E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	3750	3,2E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,04	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	2,625	3,6E-1
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,015	3,9E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	233,4	1,2E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	< 0,02	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	195,2	6,2E+0
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,073	8,8E-3
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	733,0	3,8E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,015	1,2E-3
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,018	6,5E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	5948	2,7E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660123/2021-1.0

26/11/2021

16:20:00

Agua de Mar

HB-E4-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	2,50	4,4E-1
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	4,135	7,4E-2
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0016	7,6E-4
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,36	8,6E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	2,749	3,8E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,016	4,0E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	240,4	1,2E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,28	6,1E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	201,7	6,6E+0
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,076	9,1E-3
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	765,0	4,0E+1
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,020	1,5E-3
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,019	6,9E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	6122	2,7E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	2,98	4,6E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	4,427	7,9E-2
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0016	7,6E-4
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,002	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Orgánico Total*	23508	06/12/2021	mg/L	---	0,05	< 0,05	---



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

Observaciones

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo.
- No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- En relación a la estimación de incertidumbre
 - +/-: Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
 - Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
 - El valor de estimación de la Incertidumbre indicado en las muestras del presente informe, corresponden solo a la etapa del análisis.
 - Si el valor de incertidumbre es expresado como:
 - NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación/mayores al rango máximo de trabajo, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
 - = No cuenta con incertidumbre de la medición, por ser analizados por un laboratorio tercero y/o datos proporcionados por el cliente.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
Aceites y Grasas	0,100	0,400	mg/L	< 0,100	10/12/2021
Aluminio (Al)	0,01	0,05	mg/L	< 0,01	05/12/2021
Aluminio Disuelto (Al)	0,01	0,05	mg/L	< 0,01	05/12/2021
Amoniaco	0,005	0,012	mg NH ₃ /L	< 0,005	09/12/2021
Amoniaco	0,005	0,012	mg NH ₃ /L	< 0,005	09/12/2021
Antimonio (Sb)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Antimonio Disuelto (Sb)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Arsénico (As)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Arsénico Disuelto (As)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Bario (Ba)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Bario Disuelto (Ba)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Berilio (Be)	0,0005	0,0010	mg/L	< 0,0005	05/12/2021
Berilio Disuelto (Be)	0,0005	0,0010	mg/L	< 0,0005	05/12/2021
Bismuto (Bi)	0,0006	0,0010	mg/L	< 0,0006	05/12/2021
Bismuto Disuelto (Bi)	0,0006	0,0010	mg/L	< 0,0006	05/12/2021
Boro (B)	0,005	0,015	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Boro Disuelto (B)	0,005	0,015	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Bromuro, Br-	1,200	4,000	mg/L	< 1,200	03/12/2021
Cadmio (Cd)	0,00020	0,00025	mg/L	< 0,00020	05/12/2021
Cadmio Disuelto (Cd)	0,00020	0,00025	mg/L	< 0,00020	05/12/2021
Calcio (Ca)	0,10	0,50	mg/L	< 0,10	05/12/2021
Calcio Disuelto (Ca)	0,10	0,50	mg/L	< 0,10	05/12/2021
Cianuro Total	0,001	0,005	mg/L	< 0,001	04/12/2021
Cianuro Total	0,001	0,005	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Cloruros, Cl-	23,000	80,000	mg/L	< 23,000	03/12/2021
Cobalto (Co)	0,0004	0,0010	mg/L	< 0,0004	05/12/2021
Cobalto Disuelto (Co)	0,0004	0,0010	mg/L	< 0,0004	05/12/2021
Cobre (Cu)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Cobre Disuelto (Cu)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
Cromo (Cr)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Cromo Disuelto (Cr)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Demanda Química de Oxígeno	4	5	mg O ₂ /L	< 4	07/12/2021
Dureza Cálrica	0,25	1,25	mg CaCO ₃ /L	< 0,25	05/12/2021
Dureza Magnésica	0,080	0,300	mg CaCO ₃ /L	< 0,080	05/12/2021
Dureza Total	0,30	1,70	mg CaCO ₃ /L	< 0,30	05/12/2021
Estaño (Sn)	0,001	0,005	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Estaño Disuelto (Sn)	0,001	0,005	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Estroncio (Sr)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Estroncio Disuelto (Sr)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Fluoruros, F-	0,700	2,000	mg/L	< 0,700	03/12/2021
Fósforo (P)	0,10	0,30	mg/L	< 0,10	05/12/2021
Fósforo Disuelto (P)	0,10	0,30	mg/L	< 0,10	05/12/2021
Fósforo Total	0,010	0,100	mg P/L	< 0,010	13/12/2021
Fósforo Total	0,010	0,100	mg P/L	< 0,010	13/12/2021
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	0,002	0,010	mg/L	< 0,002	02/12/2021
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	0,002	0,010	mg/L	< 0,002	03/12/2021
Hierro (Fe)	0,02	0,05	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Hierro Disuelto (Fe)	0,02	0,05	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Litio (Li)	0,005	0,010	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Litio Disuelto (Li)	0,005	0,010	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Magnesio (Mg)	0,02	0,05	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Magnesio Disuelto (Mg)	0,02	0,05	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Manganeso (Mn)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Manganeso Disuelto (Mn)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Mercurio (Hg)	0,00008	0,00010	mg/L	< 0,00008	05/12/2021
Mercurio Disuelto (Hg)	0,00008	0,00010	mg/L	< 0,00008	05/12/2021
Molibdeno (Mo)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Molibdeno Disuelto (Mo)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Níquel (Ni)	0,001	0,002	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Níquel Disuelto (Ni)	0,001	0,002	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Nitratos, (como N)	0,005	0,050	mg NO ₃ -N/L	< 0,005	03/12/2021
Nitratos, (como N)	1,000	2,100	mg NO ₃ -N/L	< 1,000	03/12/2021
Nitritos, (como N)	0,001	0,006	mg NO ₂ -N/L	< 0,001	02/12/2021
Nitritos, (como N)	0,700	2,000	mg NO ₂ -N/L	< 0,700	03/12/2021
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,010	mg NH ₃ -N/L	< 0,004	09/12/2021
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,010	mg NH ₃ -N/L	< 0,004	09/12/2021
Nitrógeno Total	0,024	0,071	mg N/L	< 0,024	13/12/2021
Plata (Ag)	0,0001	0,0006	mg/L	< 0,0001	05/12/2021
Plata Disuelta (Ag)	0,0001	0,0006	mg/L	< 0,0001	05/12/2021
Plomo (Pb)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Plomo Disuelto (Pb)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Potasio (K)	0,04	0,30	mg/L	< 0,04	05/12/2021
Potasio Disuelto (K)	0,04	0,30	mg/L	< 0,04	05/12/2021
Selenio (Se)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Selenio Disuelto (Se)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Silicio (Si)	0,30	0,50	mg/L	< 0,30	05/12/2021
Silicio Disuelto (Si)	0,30	0,50	mg/L	< 0,30	05/12/2021
Sodio (Na)	0,20	0,50	mg/L	< 0,20	05/12/2021
Sodio Disuelto (Na)	0,20	0,50	mg/L	< 0,20	05/12/2021
Sulfatos, SO ₄ -2	34,100	84,600	mg/L	< 34,100	03/12/2021
Talio (Tl)	0,0005	0,0010	mg/L	< 0,0005	05/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
Talio Disuelto (Tl)	0,0005	0,0010	mg/L	< 0,0005	05/12/2021
Titanio (Ti)	0,005	0,010	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Titanio Disuelto (Ti)	0,005	0,010	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Uranio (U)	0,0003	0,0005	mg/L	< 0,0003	05/12/2021
Uranio Disuelto (U)	0,0003	0,0005	mg/L	< 0,0003	05/12/2021
Vanadio (V)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Vanadio Disuelto (V)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Zinc (Zn)	0,02	0,03	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Zinc Disuelto (Zn)	0,02	0,03	mg/L	< 0,02	05/12/2021

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
Aceites y Grasas	111,7	80-120	10/12/2021
Aceites y Grasas	95,1	80-120	10/12/2021
Aluminio (Al)	95,3	80-120	05/12/2021
Aluminio Disuelto (Al)	96,4	80-120	05/12/2021
Amoniaco	102,5	85-115	09/12/2021
Amoniaco	99,4	85-115	09/12/2021
Antimonio (Sb)	111,0	80-120	05/12/2021
Antimonio Disuelto (Sb)	109,0	80-120	05/12/2021
Arsénico (As)	107,0	80-120	05/12/2021
Arsénico Disuelto (As)	111,0	80-120	05/12/2021
Bario (Ba)	106,0	80-120	05/12/2021
Bario Disuelto (Ba)	103,0	80-120	05/12/2021
Berilio (Be)	104,6	80-120	05/12/2021
Berilio Disuelto (Be)	108,9	80-120	05/12/2021
Bismuto (Bi)	103,0	80-120	05/12/2021
Bismuto Disuelto (Bi)	99,9	80-120	05/12/2021
Boro (B)	102,0	80-120	05/12/2021
Boro Disuelto (B)	98,0	80-120	05/12/2021
Bromuro, Br-	83,9	80-120	03/12/2021
Cadmio (Cd)	105,2	80-120	05/12/2021
Cadmio Disuelto (Cd)	104,1	80-120	05/12/2021
Calcio (Ca)	101,6	80-120	05/12/2021
Calcio Disuelto (Ca)	98,9	80-120	05/12/2021
Cianuro Total	118,0	50-150	04/12/2021
Cianuro Total	101,7	80-120	04/12/2021
Cianuro Total	102,0	50-150	05/12/2021
Cianuro Total	101,3	80-120	05/12/2021
Cloruros, Cl-	80,1	80-120	03/12/2021
Cobalto (Co)	105,4	80-120	05/12/2021
Cobalto Disuelto (Co)	102,5	80-120	05/12/2021
Cobre (Cu)	107,0	80-120	05/12/2021
Cobre Disuelto (Cu)	104,0	80-120	05/12/2021
Cromo (Cr)	105,0	80-120	05/12/2021
Cromo Disuelto (Cr)	103,0	80-120	05/12/2021
Demanda Química de Oxígeno	94,0	80-120	07/12/2021
Dureza Cálrica	103,0	80-120	05/12/2021
Dureza Magnésica	103,3	80-120	05/12/2021
Dureza Total	103,1	80-120	05/12/2021
Estaño (Sn)	106,0	80-120	05/12/2021
Estaño Disuelto (Sn)	102,0	80-120	05/12/2021
Estroncio (Sr)	106,0	80-120	05/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
Estroncio Disuelto (Sr)	108,0	80-120	05/12/2021
Fluoruros, F-	82,1	80-120	03/12/2021
Fósforo (P)	106,0	80-120	05/12/2021
Fósforo Disuelto (P)	104,0	80-120	05/12/2021
Fósforo Total	98,3	50-150	13/12/2021
Fósforo Total	98,9	80-120	13/12/2021
Fósforo Total	93,9	50-150	13/12/2021
Fósforo Total	93,8	80-120	13/12/2021
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	113,9	71-124	02/12/2021
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	113,5	71-124	03/12/2021
Hierro (Fe)	96,0	80-120	05/12/2021
Hierro Disuelto (Fe)	93,8	80-120	05/12/2021
Litio (Li)	100,0	80-120	05/12/2021
Litio Disuelto (Li)	105,0	80-120	05/12/2021
Magnesio (Mg)	102,3	80-120	05/12/2021
Magnesio Disuelto (Mg)	100,0	80-120	05/12/2021
Manganeso (Mn)	107,0	80-120	05/12/2021
Manganeso Disuelto (Mn)	106,0	80-120	05/12/2021
Mercurio (Hg)	89,4	80-120	05/12/2021
Mercurio Disuelto (Hg)	88,4	80-120	05/12/2021
Molibdeno (Mo)	109,0	80-120	05/12/2021
Molibdeno Disuelto (Mo)	105,0	80-120	05/12/2021
Níquel (Ni)	105,0	80-120	05/12/2021
Níquel Disuelto (Ni)	103,0	80-120	05/12/2021
Nitratos, (como N)	93,0	50-150	03/12/2021
Nitratos, (como N)	100,7	80-120	03/12/2021
Nitratos, (como N)	82,6	80-120	03/12/2021
Nitritos, (como N)	53,3	50-150	02/12/2021
Nitritos, (como N)	103,9	80-120	02/12/2021
Nitritos, (como N)	99,5	80-120	03/12/2021
Nitrógeno Amoniacal	102,5	85-115	09/12/2021
Nitrógeno Amoniacal	99,5	85-115	09/12/2021
Nitrógeno Total	110,4	50-150	13/12/2021
Nitrógeno Total	105,9	80-120	13/12/2021
Plata (Ag)	110,8	80-120	05/12/2021
Plata Disuelta (Ag)	108,8	80-120	05/12/2021
Plomo (Pb)	103,0	80-120	05/12/2021
Plomo Disuelto (Pb)	99,0	80-120	05/12/2021
Potasio (K)	109,4	80-120	05/12/2021
Potasio Disuelto (K)	107,5	80-120	05/12/2021
Selenio (Se)	105,0	80-120	05/12/2021
Selenio Disuelto (Se)	108,0	80-120	05/12/2021
Silicio (Si)	101,6	80-120	05/12/2021
Silicio Disuelto (Si)	99,6	80-120	05/12/2021
Sodio (Na)	102,5	80-120	05/12/2021
Sodio Disuelto (Na)	102,0	80-120	05/12/2021
Sulfatos, SO4-2	80,3	80-120	03/12/2021
Talio (Tl)	104,0	80-120	05/12/2021
Talio Disuelto (Tl)	99,0	80-120	05/12/2021
Titanio (Ti)	99,0	80-120	05/12/2021
Titanio Disuelto (Ti)	98,0	80-120	05/12/2021
Uranio (U)	106,5	80-120	05/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
Uranio Disuelto (U)	103,4	80-120	05/12/2021
Vanadio (V)	104,0	80-120	05/12/2021
Vanadio Disuelto (V)	102,0	80-120	05/12/2021
Zinc (Zn)	100,0	80-120	05/12/2021
Zinc Disuelto (Zn)	100,0	80-120	05/12/2021

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
HB-R33-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-T2-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-T1-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-R18-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-R3-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-CE-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-E4-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
20493	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado, 2019)	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
20501	LME	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.1 Rev.1 (Validado, 2019)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11585	LME	Cianuro Total (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado, 2019)	Water Quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA) - Part 2: Method using continuous flow analysis (CFA)
23471	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 (Validado, 2021)	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
20239	LME	Dureza Total, Dureza Cálctica y Dureza Magnésica por Calculo	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 B, 23rd Ed. (2017) / EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) / (Validado Modificado, 2018)	Dureza total, dureza cálcica y dureza magnésica. Determinación por cálculo.
11599	LME	Fósforo Total (Skalar)*	ISO 15681-2:2018, Second edition (Validado Modificado, 2019)	Water quality - Determination of orthophosphate and total phosphorus contents by flow analysis (FIA and CFA) - Part 2: Method by Continuous flow analysis (CFA)
20488	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	EPA Method 8015C, Rev. 3, 2007 (Validado 2018)	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography



INFORME DE ENSAYO: 73233/2021

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
20234	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
20236	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
10907	LME	Nitratos (Skalar)*	ISO 13395:1996, 1st. Ed. (Validado).2014	Water quality - Determination of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen and the sum of both by flow analysis (CFA and FIA)
10919	LME	Nitritos (Skalar)*	ISO 13395:1996, 1st. Ed. (Validado).2014	Water quality - Determination of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen and the sum of both by flow analysis (CFA and FIA)
13330	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F,23rd Ed.2017	Nitrogen (Ammonia): Phenate Method.
23508	PER	Nitrógeno Orgánico Total - Tercerizado*	SM 4500-Norg B Organic Nitrogen / Macro-Kjeldahl Method	---
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)*	ISO 29441 1st. Ed.(Validado, 2019)	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 73233/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
HB-R33-001	660109/2021-1.0	tomsprt&6901066
HB-T2-001	660110/2021-1.0	lpmsprt&6011066
HB-T1-001	660111/2021-1.0	umosprt&6111066
HB-R18-001	660113/2021-1.0	mnosprt&6311066
HB-R3-001	660118/2021-1.0	onosprt&6811066

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
HB-CE-001	660120/2021-1.0	qnosprt&6021066
HB-E4-001	660123/2021-1.0	snosprt&6321066

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

PER: Análisis realizados en un laboratorio de ensayo externo y/o proporcionados por el cliente.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

"ISO": International Organization for Standardization.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.



INFORME DE ENSAYO: 73238/2021

Minera Panamá S.A.

Torre de Las Américas Torre A Nro. Piso 21 Punta Pacífica Ciudad de Panamá Panamá

Monitoreo Ambiental Noviembre 2021

Emitido por: Karin Zelada Trigos

Fecha de Emisión: 21/12/2021

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 4



INFORME DE ENSAYO: 73238/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 24

Nº ALS LS		660109/2021-2.0					
Fecha de Muestreo		25/11/2021					
Hora de Muestreo		11:47:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R33-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	14/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---

Nº ALS LS		660110/2021-2.0					
Fecha de Muestreo		25/11/2021					
Hora de Muestreo		15:55:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-T2-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	14/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---

Nº ALS LS		660111/2021-2.0					
Fecha de Muestreo		25/11/2021					
Hora de Muestreo		16:12:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-T1-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	14/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---

Nº ALS LS		660113/2021-2.0					
Fecha de Muestreo		26/11/2021					
Hora de Muestreo		14:15:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R18-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	14/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---

Nº ALS LS		660118/2021-2.0					
Fecha de Muestreo		26/11/2021					
Hora de Muestreo		14:21:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R3-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	14/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---



INFORME DE ENSAYO: 73238/2021

N° ALS LS				660120/2021-2.0			
Fecha de Muestreo				26/11/2021			
Hora de Muestreo				16:16:00			
Tipo de Muestra				Agua de Mar			
Identificación				HB-CE-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	14/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---

N° ALS LS				660123/2021-2.0			
Fecha de Muestreo				26/11/2021			
Hora de Muestreo				16:20:00			
Tipo de Muestra				Agua de Mar			
Identificación				HB-E4-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	14/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- En relación a la estimación de incertidumbre
 - +/-: Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
 - Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
 - El valor de estimación de la Incertidumbre indicado en las muestras del presente informe, corresponden solo a la etapa del análisis.
 - Si el valor de incertidumbre es expresado como:
 - = No cuenta con incertidumbre de la medición, por ser analizados por un laboratorio tercero y/o datos proporcionados por el cliente.
- Para el Parámetro Carbono Orgánico Disuelto, los Límites de Detección indicados se refieren al Límites de Detección del método; sin embargo los resultados están expresados en función al Límite de Reporte debido a la dilución (10) realizada a cada muestra.
-

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
HB-R33-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-T2-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-T1-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-R18-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-R3-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-CE-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente



INFORME DE ENSAYO: 73238/2021

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
HB-E4-001	Cliente	Agua de Mar	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
23384	PER	Carbono Orgánico Disuelto - Tercerizado	SM 5310 B	Método de combustión a alta temperatura

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 73238/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
HB-R33-001	660109/2021-2.0	uomsprt&6901066
HB-T2-001	660110/2021-2.0	mpmsprt&6011066
HB-T1-001	660111/2021-2.0	lnosprt&6111066
HB-R18-001	660113/2021-2.0	nnosprt&6311066
HB-R3-001	660118/2021-2.0	pnosprt&6811066

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
HB-CE-001	660120/2021-2.0	rnosprt&6021066
HB-E4-001	660123/2021-2.0	tnosprt&6321066

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

PER: Análisis realizados en un laboratorio de ensayo externo y/o proporcionados por el cliente.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

"ISO": International Organization for Standardization.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

Minera Panamá S.A.

Torre de Las Américas Torre A Nro. Piso 21 Punta Pacífica Ciudad de Panamá Panamá

Monitoreo Ambiental Noviembre 2021

Emitido por: Karin Zelada Trigos

Fecha de Emisión: 24/12/2021

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 22



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 25

N° ALS LS				660159/2021-1.0			
Fecha de Muestreo				25/11/2021			
Hora de Muestreo				11:47:00			
Tipo de Muestra				Sedimentos			
Identificación				SE-R33-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	0,47	1,2E-1
Cianuro Total*	13631	05/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	< 10	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)*	12890	02/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660159/2021-1.0

25/11/2021

11:47:00

Sedimentos

SE-R33-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	85,5	2,9E+0
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	8,9	3,0E-1
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	4,3	2,9E+0
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,3	1,5E-1
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	14,5	4,9E-1
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	5,6	1,9E-1
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	4,3	2,9E+0
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,3	1,5E-1
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	94,4	3,2E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	4,3	2,9E+0
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,3	1,5E-1
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES							
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	7213	2,6E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	32,9	6,3E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	9,5	1,7E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	353564	7,0E+3
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	13,9	3,1E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	11142	7,3E+2
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	404,9	3,3E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	35397	2,7E+3



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660159/2021-1.0

25/11/2021

11:47:00

Sedimentos

SE-R33-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	402,8	2,1E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	6753	4,2E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	27,3	3,1E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	18,5	2,7E+0

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660160/2021-1.0

25/11/2021

15:55:00

Sedimentos

SE-T2-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	0,37	1,0E-1
Cianuro Total*	13631	05/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	316	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)*	12890	02/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660160/2021-1.0

25/11/2021

15:55:00

Sedimentos

SE-T2-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,1	3,7E-2
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	92,6	3,1E+0
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	5,0	2,9E+0
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,3	1,5E-1
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	98,9	3,3E+0
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	6,3	2,1E-1
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	5,0	2,9E+0
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,3	1,5E-1
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	93,7	3,1E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	5,0	2,9E+0
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,3	1,5E-1

007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660160/2021-1.0

25/11/2021

15:55:00

Sedimentos

SE-T2-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	21631	4,1E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	34,8	6,3E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	13,7	2,0E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	28229	1,1E+3
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	17,9	3,0E+0
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	31,8	3,6E+0
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	34,3	4,2E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	42342	1,1E+3
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	1098	7,4E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	15781	7,3E+2
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	677,9	2,6E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	5124	3,3E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	109,1	6,6E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	79,2	5,4E+0

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660161/2021-1.0

25/11/2021

16:12:00

Sedimentos

SE-T1-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	0,65	1,6E-1
Cianuro Total*	13631	05/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	< 10	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)*	12890	02/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS				660161/2021-1.0			
Fecha de Muestreo				25/11/2021			
Hora de Muestreo				16:12:00			
Tipo de Muestra				Sedimentos			
Identificación				SE-T1-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,5	1,7E-2
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	96,3	3,2E+0
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	2,6	2,9E+0
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,6	1,0E-1
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS		660161/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		25/11/2021					
Hora de Muestreo		16:12:00					
Tipo de Muestra		Sedimentos					
Identificación		SE-T1-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	99,5	3,3E+0
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	3,2	1,1E-1
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	2,6	2,9E+0
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,6	1,0E-1
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	96,8	3,3E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	2,6	2,9E+0
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,6	1,0E-1
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES							
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	24945	4,4E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	43,9	6,6E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	15,4	2,1E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	25917	1,0E+3
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	18,9	3,0E+0
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	33,9	3,7E+0
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	44,9	4,7E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	45484	1,1E+3
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	1191	8,0E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	16338	7,5E+2
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	765,9	2,8E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	5730	3,6E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	123,2	7,1E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	89,9	5,9E+0

N° ALS LS		660162/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		26/11/2021					
Hora de Muestreo		14:15:00					
Tipo de Muestra		Sedimentos					
Identificación		SE-R18-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	0,07	NE
Cianuro Total*	13631	05/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS				660162/2021-1.0			
Fecha de Muestreo				26/11/2021			
Hora de Muestreo				14:15:00			
Tipo de Muestra				Sedimentos			
Identificación				SE-R18-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	< 10	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	12890	02/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,4	2,9E-2



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS				660162/2021-1.0			
Fecha de Muestreo				26/11/2021			
Hora de Muestreo				14:15:00			
Tipo de Muestra				Sedimentos			
Identificación				SE-R18-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	20,7	3,5E-1
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	66,7	1,1E+0
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	9,2	1,6E-1
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,5	9,8E-1
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,5	6,3E-2
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	98,6	1,7E+0
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	77,9	1,3E+0
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	11,2	1,9E-1
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	2,0	3,4E-2
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,5	9,8E-1
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,5	6,3E-2
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,4	2,9E-2
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	96,6	1,6E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,5	9,8E-1
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,5	6,3E-2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES							
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	9205	2,8E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	14,7	5,8E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	8,7	1,6E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	12420	5,3E+2
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	46,3	4,8E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	19792	9,2E+2
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	401,8	3,3E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	4671	3,0E+2
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	245,4	1,6E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	2580	1,7E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660162/2021-1.0

26/11/2021

14:15:00

Sedimentos

SE-R18-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	74,3	5,1E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	29,4	3,2E+0

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660163/2021-1.0

26/11/2021

14:21:00

Sedimentos

SE-R3-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	0,06	NE
Cianuro Total*	13631	05/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	< 10	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	12890	02/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660163/2021-1.0

26/11/2021

14:21:00

Sedimentos

SE-R3-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	86,5	2,9E+0
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	9,5	3,2E-1
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	3,0	2,9E+0
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,0	1,3E-1
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	13,5	4,5E-1
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	4,0	1,3E-1
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	3,0	2,9E+0
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,0	1,3E-1
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	96,0	3,2E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	3,0	2,9E+0
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,0	1,3E-1
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES							
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	8320	2,7E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	29,0	6,1E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	10,2	1,7E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	375182	7,4E+3
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660163/2021-1.0

26/11/2021

14:21:00

Sedimentos

SE-R3-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	15,4	3,2E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	12604	7,7E+2
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	480,4	3,8E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	35911	2,7E+3
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	461,2	2,2E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	8440	5,1E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	30,7	3,2E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	21,3	2,8E+0

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660164/2021-1.0

26/11/2021

16:16:00

Sedimentos

SE-CE-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	0,82	2,0E-1
Cianuro Total*	13631	05/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	289	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	12890	02/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660164/2021-1.0

26/11/2021

16:16:00

Sedimentos

SE-CE-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFIA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofosforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	4,2	1,4E-1
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	89,2	3,0E+0
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	5,0	2,9E+0
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,6	1,7E-1
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	95,8	3,2E+0
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	6,6	2,2E-1
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	5,0	2,9E+0
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,6	1,7E-1



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS		660164/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		26/11/2021					
Hora de Muestreo		16:16:00					
Tipo de Muestra		Sedimentos					
Identificación		SE-CE-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	93,4	3,1E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	5,0	2,9E+0
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,6	1,7E-1
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES							
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	26499	4,6E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	37,2	6,4E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	16,5	2,2E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	26036	1,0E+3
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	17,9	3,0E+0
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	32,8	3,6E+0
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	47,6	4,9E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	44011	1,1E+3
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	1239	8,3E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	15884	7,3E+2
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	732,2	2,7E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	6636	4,1E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	118,9	6,9E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	89,1	5,8E+0

N° ALS LS		660165/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		26/11/2021					
Hora de Muestreo		16:20:00					
Tipo de Muestra		Sedimentos					
Identificación		SE-E4-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	0,14	5,5E-2
Cianuro Total*	13631	05/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	< 10	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)*	12890	02/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660165/2021-1.0

26/11/2021

16:20:00

Sedimentos

SE-E4-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofosforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,2	6,8E-3
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	93,9	3,2E+0
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	4,5	2,9E+0



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

660165/2021-1.0

26/11/2021

16:20:00

Sedimentos

SE-E4-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,4	1,6E-1
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	99,8	3,4E+0
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	5,9	2,0E-1
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	4,5	2,9E+0
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,4	1,6E-1
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	94,1	3,2E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	4,5	2,9E+0
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,4	1,6E-1
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES							
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	26473	4,6E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	50,6	6,7E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	16,0	2,2E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	27396	1,1E+3
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	19,0	3,0E+0
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	35,0	3,8E+0
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	45,6	4,8E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	46331	1,1E+3
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	1150	7,8E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	16428	7,6E+2
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	800,9	2,9E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	4947	3,2E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	126,1	7,1E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	92,8	6,0E+0

Observaciones

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- En relación a la estimación de incertidumbre
 - +/-: Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
 - Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
 - El valor de estimación de la Incertidumbre indicado en las muestras del presente informe, corresponden solo a la etapa del análisis.
 - Si el valor de incertidumbre es expresado como:
 - NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación/mayores al rango máximo de trabajo, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
 - --- = No cuenta con incertidumbre de la medición, por ser analizados por un laboratorio tercero y/o datos proporcionados por el cliente.
- Los resultados correspondientes al parámetro Granulometría son referenciales, debido a que el método ASTM D422-63 Rev.2007 sólo aplica para la matriz suelo.
- Los resultados de suelos, Lodos y sedimentos se expresan en base seca.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
4,4'- DDD	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
4,4'- DDE	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
4,4'- DDT	0,0016	0,0112	mg/kg	< 0,0016	05/12/2021
Aceites y Grasas	10	40	mg/kg	< 10	12/12/2021
Aldrin	0,0022	0,0110	mg/kg	< 0,0022	05/12/2021
alfa-BHC	0,0019	0,0114	mg/kg	< 0,0019	05/12/2021
Aluminio (Al)	3,0	10,0	mg/kg	< 3,0	04/12/2021
Antimonio (Sb)	4,0	10,0	mg/kg	< 4,0	04/12/2021
Arsenico (As)	3,6	5,5	mg/kg	< 3,6	04/12/2021
Bario (Ba)	0,3	1,0	mg/kg	< 0,3	04/12/2021
Berilio (Be)	1,0	2,0	mg/kg	< 1,0	04/12/2021
beta-BHC	0,0028	0,0112	mg/kg	< 0,0028	05/12/2021
Cadmio (Cd)	0,3	0,5	mg/kg	< 0,3	04/12/2021
Calcio (Ca)	1,5	2,5	mg/kg	< 1,5	04/12/2021
Carbono Orgánico Total	0,03	0,08	%	< 0,03	04/11/2021
Cianuro Total	0,25	2,50	mg/kg	< 0,25	05/12/2021
Cobalto (Co)	1,0	2,0	mg/kg	< 1,0	04/12/2021
Cobre (Cu)	0,8	2,5	mg/kg	< 0,8	04/12/2021
Cromo (Cr)	1,0	2,0	mg/kg	< 1,0	04/12/2021
delta-BHC	0,0025	0,0100	mg/kg	< 0,0025	05/12/2021
Dieldrin	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Dimetoato	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Disulfoton	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Endosulfan I	0,0028	0,0112	mg/kg	< 0,0028	05/12/2021
Endosulfan II	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Endosulfan Sulfato	0,0028	0,0112	mg/kg	< 0,0028	05/12/2021
Endrin	0,0019	0,0114	mg/kg	< 0,0019	05/12/2021
Endrin Aldehído	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Endrin Cetona	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Famfur	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
Forato	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	0,6	1,9	mg/kg	< 0,6	02/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	1,0	6,8	mg/kg	< 1,0	08/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	1,0	6,8	mg/kg	< 1,0	08/12/2021
Heptacloro	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Heptacloro Epóxido	0,0022	0,0110	mg/kg	< 0,0022	05/12/2021
Hierro (Fe)	2,5	6,0	mg/kg	< 2,5	04/12/2021
Lindano (gamma-BHC)	0,0019	0,0114	mg/kg	< 0,0019	05/12/2021
Magnesio (Mg)	3,0	17,0	mg/kg	< 3,0	04/12/2021
Manganeso (Mn)	2,0	10,0	mg/kg	< 2,0	04/12/2021
Metil Paration	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Metoxicloro	0,0016	0,0112	mg/kg	< 0,0016	05/12/2021
Molibdeno (Mo)	0,6	3,0	mg/kg	< 0,6	04/12/2021
Niquel (Ni)	1,0	2,0	mg/kg	< 1,0	04/12/2021
O,O,O-Trietil tiofosforo tioato	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Paration	0,0009	0,0054	mg/kg	< 0,0009	03/12/2021
PCB 101	0,00015	0,00135	mg/kg	< 0,00015	03/12/2021
PCB 118	0,00019	0,00133	mg/kg	< 0,00019	03/12/2021
PCB 138	0,00019	0,00133	mg/kg	< 0,00019	03/12/2021
PCB 153	0,00017	0,00136	mg/kg	< 0,00017	03/12/2021
PCB 180	0,00019	0,00133	mg/kg	< 0,00019	03/12/2021
PCB 28	0,00015	0,00135	mg/kg	< 0,00015	03/12/2021
PCB 52	0,00019	0,00133	mg/kg	< 0,00019	03/12/2021
PCB Total	0,00095	0,00950	mg/kg	< 0,00095	03/12/2021
Plata (Ag)	0,9	1,7	mg/kg	< 0,9	04/12/2021
Plomo (Pb)	3,0	5,0	mg/kg	< 3,0	04/12/2021
Potasio (K)	3,5	10,0	mg/kg	< 3,5	04/12/2021
Selenio (Se)	2,2	10,0	mg/kg	< 2,2	04/12/2021
Sodio (Na)	12,0	20,0	mg/kg	< 12,0	04/12/2021
Sulfotep	0,0006	0,0054	mg/kg	< 0,0006	03/12/2021
Talio (Tl)	4,0	9,0	mg/kg	< 4,0	04/12/2021
Tionazinón	0,0009	0,0054	mg/kg	< 0,0009	03/12/2021
Vanadio (V)	0,7	2,0	mg/kg	< 0,7	04/12/2021
Zinc (Zn)	0,6	2,0	mg/kg	< 0,6	04/12/2021

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
4,4'- DDD	90,7	63-134	05/12/2021
4,4'- DDE	105,4	63-134	05/12/2021
4,4'- DDT	82,6	63-134	05/12/2021
Aceites y Grasas	95	70-130	12/12/2021
Aceites y Grasas	93	70-130	12/12/2021
Aldrin	95,3	63-134	05/12/2021
alfa-BHC	95,6	63-134	05/12/2021
Aluminio (Al)	89,6	80-120	04/12/2021
Antimonio (Sb)	111,3	80-120	04/12/2021
Arsenico (As)	106,0	80-120	04/12/2021
Bario (Ba)	108,5	80-120	04/12/2021
Berilio (Be)	103,6	80-120	04/12/2021
beta-BHC	82,4	63-134	05/12/2021
Cadmio (Cd)	106,6	80-120	04/12/2021
Calcio (Ca)	104,0	80-120	04/12/2021
Carbono Orgánico Total	90,4	80-120	04/11/2021



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
Carbono Orgánico Total	97,8	80-120	04/11/2021
Cianuro Total	94,0	85-115	05/12/2021
Cobalto (Co)	112,9	80-120	04/12/2021
Cobre (Cu)	109,0	80-120	04/12/2021
Cromo (Cr)	111,0	80-120	04/12/2021
delta-BHC	109,9	63-134	05/12/2021
Dieldrin	104,0	63-134	05/12/2021
Dimetoato	96,2	69-133	03/12/2021
Disulfoton	102,5	69-133	03/12/2021
Endosulfan I	91,0	63-134	05/12/2021
Endosulfan II	82,1	63-134	05/12/2021
Endosulfan Sulfato	98,9	63-134	05/12/2021
Endrin	96,0	63-134	05/12/2021
Endrin Aldehído	82,2	63-134	05/12/2021
Endrin Cetona	81,4	63-134	05/12/2021
Famfur	106,3	69-133	03/12/2021
Forato	101,2	69-133	03/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	100,8	60-137	02/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	112,7	72-130	08/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	109,9	71-128	08/12/2021
Heptacloro	113,7	63-134	05/12/2021
Heptacloro Epóxido	87,9	63-134	05/12/2021
Hierro (Fe)	105,0	80-120	04/12/2021
Lindano (gamma-BHC)	83,4	63-134	05/12/2021
Magnesio (Mg)	103,0	80-120	04/12/2021
Manganeso (Mn)	102,4	80-120	04/12/2021
Metil Paration	97,5	69-133	03/12/2021
Metoxicloro	103,2	63-134	05/12/2021
Molibdeno (Mo)	106,1	80-120	04/12/2021
Níquel (Ni)	103,2	80-120	04/12/2021
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	98,8	69-133	03/12/2021
Paration	96,2	69-133	03/12/2021
PCB 101	88,5	76-124	03/12/2021
PCB 118	90,4	76-124	03/12/2021
PCB 138	92,3	76-124	03/12/2021
PCB 153	87,4	76-124	03/12/2021
PCB 180	88,2	76-124	03/12/2021
PCB 28	97,9	76-124	03/12/2021
PCB 52	93,0	76-124	03/12/2021
PCB Total	91,1	76-124	03/12/2021
Plata (Ag)	94,1	80-120	04/12/2021
Plomo (Pb)	101,6	80-120	04/12/2021
Potasio (K)	100,6	80-120	04/12/2021
Selenio (Se)	115,1	80-120	04/12/2021
Sodio (Na)	93,2	80-120	04/12/2021
Sulfotep	102,5	69-133	03/12/2021
Talio (Tl)	87,5	80-120	04/12/2021
Tionazinón	103,8	69-133	03/12/2021
Vanadio (V)	107,5	80-120	04/12/2021
Zinc (Zn)	110,1	80-120	04/12/2021

LD = Límite de detección.



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
SE-R33-001	Cliente	Sedimentos	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
SE-T2-001	Cliente	Sedimentos	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
SE-T1-001	Cliente	Sedimentos	01/12/2021	25/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
SE-R18-001	Cliente	Sedimentos	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
SE-R3-001	Cliente	Sedimentos	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
SE-CE-001	Cliente	Sedimentos	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
SE-E4-001	Cliente	Sedimentos	01/12/2021	26/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
12886	LME	Aceites y Grasas*	EPA 9071B, Rev. 2 April 1998	n-hexane Extractable Material (HEM) for Sludge, Sediment and Solids Samples.
22101	LME	Análisis de tamaño de partículas de Suelos*	ASTM D422-63 (Reapproved 2007)	PARTICLE - SIZE ANALYSIS OF SOILS
16985	LME	Bifenilos Policlorados (PCBs)	EPA Method 8270 E Rev. 6 June. 2018	Semivolatile Organic Compounds By Gas Chromatography/Mass Spectrometry
13311	LME	Carbono Orgánico Total	NOM-021-SEMARNAT-2000; Ítem 7.1.7 AS 07 2da Sección.2002. (Validado, 2019)	Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black)
13631	LME	Cianuro Total*	EPA 9010C, Rev. 3, November 2004 / EPA 9013A, Rev. 1, November 2004	Total and Amable Cyanide: Distillation . Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils
12890	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C5-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
12890	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C5-C10)*	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
12737	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)	EPA METHOD 8015 C Rev. 03 February 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
10601	LME	Metales por ICP OES	EPA 3050 B, Rev. 2 December / EPA 6010 D Rev. 5. July. 2018	Acid Digestion of Sediments, sludges and soils / Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry
13345	LME	Pesticidas Organoclorados	EPA Method 8270 E Rev. 6 June. 2018	Semivolatile Organic Compounds By Gas Chromatography / Mass Spectrometry
12945	LME	Pesticidas Organofosforados	EPA Method 8270 E Rev. 6 June. 2018	Semivolatile Organic Compounds By Gas Chromatography / Mass Spectrometry



INFORME DE ENSAYO: 73241/2021

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 73241/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
SE-R33-001	660159/2021-1.0	npmsprt&6951066
SE-T2-001	660160/2021-1.0	opmsprt&6061066
SE-T1-001	660161/2021-1.0	oosprt&6161066
SE-R18-001	660162/2021-1.0	poosprt&6261066
SE-R3-001	660163/2021-1.0	qoosprt&6361066

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
SE-CE-001	660164/2021-1.0	roosprt&6461066
SE-E4-001	660165/2021-1.0	soosprt&6561066

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

"ISO": International Organization for Standardization.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

Minera Panamá S.A.

Torre de Las Américas Torre A Nro. Piso 21 Punta Pacífica Ciudad de Panamá Panamá

Monitoreo Ambiental Noviembre 2021

Emitido por: Karin Zelada Trigos

Fecha de Emisión: 24/12/2021

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 11



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 24

N° ALS LS		662590/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		24/11/2021					
Hora de Muestreo		12:23:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R15-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	13/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total	11585	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O ₂ /L	4	5	8	5,4E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	12/12/2021	mg NO ₃ -N/L	0,005	0,050	< 0,005	NE
Nitritos, (como N)*	10919	09/12/2021	mg NO ₂ -N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,114	0,040
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	05/12/2021	mg/L	23	80	14471	538
Bromuro, Br-	20501	05/12/2021	mg/L	1,2	4,0	36,4	5,1
Fluoruros, F-	20501	05/12/2021	mg/L	0,7	2,0	0,9	NE
Sulfatos, SO ₄ -2	20501	05/12/2021	mg/L	34,1	84,6	2019	79
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco							
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,015	4,3E-3
Amoniaco	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,018	5,2E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)*	20488	03/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cálrica y Dureza Magnésica por Calculo							
Dureza Cálrica	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	841,4	8,0E+1
Dureza Magnésica	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	4508	2,9E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	5349	4,5E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,04	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	5,029	7,2E-1
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,007	2,5E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	315,9	1,6E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	< 0,02	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	306,6	1,2E+1
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,212	2,5E-2
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1049	5,5E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

N° ALS LS				662590/2021-1.0			
Fecha de Muestreo				24/11/2021			
Hora de Muestreo				12:23:00			
Tipo de Muestra				Agua de Mar			
Identificación				HB-R15-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	3,1E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	8351	3,8E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,74	4,0E-1
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	5,466	1,3E-1
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0020	8,8E-4
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,12	3,5E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	5,071	7,2E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	337,0	1,7E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,08	5,0E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	323,8	1,3E+1
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,212	2,5E-2
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1095	5,8E+1
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,009	3,4E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9137	4,1E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,99	4,1E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	5,756	1,4E-1
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0022	9,4E-4



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

N° ALS LS		662590/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		24/11/2021					
Hora de Muestreo		12:23:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R15-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Organico Total*	23508	07/12/2021	mg/L	---	0,05	0,15	---

N° ALS LS		662591/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		24/11/2021					
Hora de Muestreo		12:20:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R12-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	13/12/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100	NE
Cianuro Total*	11585	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Demanda Química de Oxígeno*	23471	07/12/2021	mg O ₂ /L	4	5	10	6,4E-1
Fósforo Total*	11599	13/12/2021	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	NE
Nitratos, (como N)*	10907	12/12/2021	mg NO ₃ -N/L	0,005	0,050	0,015	NE
Nitritos, (como N)*	10919	09/12/2021	mg NO ₂ -N/L	0,001	0,006	< 0,001	NE
Nitrógeno Total*	11636	13/12/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,107	0,040
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl-	20501	05/12/2021	mg/L	23	80	14729	541
Bromuro, Br-	20501	05/12/2021	mg/L	1,2	4,0	37,2	5,1
Fluoruros, F-	20501	05/12/2021	mg/L	0,7	2,0	10,0	0,7
Sulfatos, SO ₄ -2	20501	05/12/2021	mg/L	34,1	84,6	2069	81
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Nitrógeno Amoniacal, Amoniac							
Nitrógeno Amoniacal	13330	09/12/2021	mg NH ₃ -N/L	0,004	0,010	0,015	4,3E-3
Amoniac	13330	09/12/2021	mg NH ₃ /L	0,005	0,012	0,019	5,2E-3
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA							
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)*	20488	03/12/2021	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Dureza Total, Dureza Cállica y Dureza Magnésica por Calculo							
Dureza Cállica	20239	05/12/2021	mg/L	0,25	1,25	817,2	7,6E+1
Dureza Magnésica	20239	05/12/2021	mg/L	0,080	0,300	4317	2,7E+2
Dureza Total	20239	05/12/2021	mg/L	0,30	1,70	5134	4,4E+2
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS							
Plata Disuelta (Ag)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio Disuelto (Al)	20234	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,04	NE
Arsénico Disuelto (As)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro Disuelto (B)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,515	6,4E-1
Bario Disuelto (Ba)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio Disuelto (Be)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio Disuelto (Ca)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	299,5	1,5E+1
Cadmio Disuelto (Cd)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto Disuelto (Co)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo Disuelto (Cr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

662591/2021-1.0

24/11/2021

12:20:00

Agua de Mar

HB-R12-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cobre Disuelto (Cu)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro Disuelto (Fe)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	< 0,02	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio Disuelto (K)	20234	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	303,3	1,2E+1
Litio Disuelto (Li)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,174	2,1E-2
Magnesio Disuelto (Mg)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1045	5,5E+1
Manganeso Disuelto (Mn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno Disuelto (Mo)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	3,1E-3
Sodio Disuelto (Na)	20234	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	8361	3,8E+2
Níquel Disuelto (Ni)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo Disuelto (P)	20234	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo Disuelto (Pb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Selenio Disuelto (Se)	20234	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio Disuelto (Si)	20234	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,64	4,0E-1
Estaño Disuelto (Sn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	5,486	1,3E-1
Titanio Disuelto (Ti)	20234	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio Disuelto (Tl)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio Disuelto (U)	20234	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0021	9,1E-4
Vanadio Disuelto (V)	20234	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc Disuelto (Zn)	20234	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001	NE
Aluminio (Al)	20236	05/12/2021	mg/L	0,01	0,05	0,11	3,2E-2
Arsénico (As)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Boro (B)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,015	4,515	6,4E-1
Bario (Ba)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	2,7E-3
Berilio (Be)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Bismuto (Bi)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006	NE
Calcio (Ca)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,50	327,3	1,7E+1
Cadmio (Cd)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020	NE
Cobalto (Co)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004	NE
Cromo (Cr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Cobre (Cu)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Hierro (Fe)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	0,09	5,0E-2
Mercurio (Hg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008	NE
Potasio (K)	20236	05/12/2021	mg/L	0,04	0,30	311,3	1,3E+1
Litio (Li)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	0,174	2,1E-2
Magnesio (Mg)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,05	1048	5,5E+1
Manganeso (Mn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Molibdeno (Mo)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	0,008	3,1E-3
Sodio (Na)	20236	05/12/2021	mg/L	0,20	0,50	9136	4,1E+2
Níquel (Ni)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	NE
Fósforo (P)	20236	05/12/2021	mg/L	0,10	0,30	< 0,10	NE
Plomo (Pb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Antimonio (Sb)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

N° ALS LS				662591/2021-1.0			
Fecha de Muestreo				24/11/2021			
Hora de Muestreo				12:20:00			
Tipo de Muestra				Agua de Mar			
Identificación				HB-R12-001			
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Selenio (Se)	20236	05/12/2021	mg/L	0,002	0,005	< 0,002	NE
Silicio (Si)	20236	05/12/2021	mg/L	0,30	0,50	0,80	4,0E-1
Estaño (Sn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	NE
Estroncio (Sr)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	5,826	1,5E-1
Titanio (Ti)	20236	05/12/2021	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	NE
Talio (Tl)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005	NE
Uranio (U)	20236	05/12/2021	mg/L	0,0003	0,0005	0,0021	9,1E-4
Vanadio (V)	20236	05/12/2021	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
Zinc (Zn)	20236	05/12/2021	mg/L	0,02	0,03	< 0,02	NE
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Nitrógeno Organico Total*	23508	07/12/2021	mg/L	---	0,05	0,31	---

Observaciones

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- En relación a la estimación de incertidumbre
 - +/-: Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
 - Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
 - El valor de estimación de la Incertidumbre indicado en las muestras del presente informe, corresponden solo a la etapa del análisis.
 - Si el valor de incertidumbre es expresado como:
 - NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación/mayores al rango máximo de trabajo, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
 - = No cuenta con incertidumbre de la medición, por ser analizados por un laboratorio tercero y/o datos proporcionados por el cliente.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
Aceites y Grasas	0,100	0,400	mg/L	< 0,100	13/12/2021
Aluminio (Al)	0,01	0,05	mg/L	< 0,01	05/12/2021
Aluminio Disuelto (Al)	0,01	0,05	mg/L	< 0,01	05/12/2021
Amoniaco	0,005	0,012	mg NH3/L	< 0,005	09/12/2021
Amoniaco	0,005	0,012	mg NH3/L	< 0,005	09/12/2021
Antimonio (Sb)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Antimonio Disuelto (Sb)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Arsénico (As)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Arsénico Disuelto (As)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Bario (Ba)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Bario Disuelto (Ba)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
Berilio (Be)	0,0005	0,0010	mg/L	< 0,0005	05/12/2021
Berilio Disuelto (Be)	0,0005	0,0010	mg/L	< 0,0005	05/12/2021
Bismuto (Bi)	0,0006	0,0010	mg/L	< 0,0006	05/12/2021
Bismuto Disuelto (Bi)	0,0006	0,0010	mg/L	< 0,0006	05/12/2021
Boro (B)	0,005	0,015	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Boro Disuelto (B)	0,005	0,015	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Bromuro, Br-	1,200	4,000	mg/L	< 1,200	05/12/2021
Cadmio (Cd)	0,00020	0,00025	mg/L	< 0,00020	05/12/2021
Cadmio Disuelto (Cd)	0,00020	0,00025	mg/L	< 0,00020	05/12/2021
Calcio (Ca)	0,10	0,50	mg/L	< 0,10	05/12/2021
Calcio Disuelto (Ca)	0,10	0,50	mg/L	< 0,10	05/12/2021
Cianuro Total	0,001	0,005	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Cloruros, Cl-	23,000	80,000	mg/L	< 23,000	05/12/2021
Cobalto (Co)	0,0004	0,0010	mg/L	< 0,0004	05/12/2021
Cobalto Disuelto (Co)	0,0004	0,0010	mg/L	< 0,0004	05/12/2021
Cobre (Cu)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Cobre Disuelto (Cu)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Cromo (Cr)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Cromo Disuelto (Cr)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Demanda Química de Oxígeno	4	5	mg O ₂ /L	< 4	07/12/2021
Dureza Cálrica	0,25	1,25	mg CaCO ₃ /L	< 0,25	05/12/2021
Dureza Magnésica	0,080	0,300	mg CaCO ₃ /L	< 0,080	05/12/2021
Dureza Total	0,30	1,70	mg CaCO ₃ /L	< 0,30	05/12/2021
Estaño (Sn)	0,001	0,005	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Estaño Disuelto (Sn)	0,001	0,005	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Estroncio (Sr)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Estroncio Disuelto (Sr)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Fluoruros, F-	0,700	2,000	mg/L	< 0,700	05/12/2021
Fósforo (P)	0,10	0,30	mg/L	< 0,10	05/12/2021
Fósforo Disuelto (P)	0,10	0,30	mg/L	< 0,10	05/12/2021
Fósforo Total	0,010	0,100	mg P/L	< 0,010	13/12/2021
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	0,002	0,010	mg/L	< 0,002	03/12/2021
Hierro (Fe)	0,02	0,05	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Hierro Disuelto (Fe)	0,02	0,05	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Litio (Li)	0,005	0,010	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Litio Disuelto (Li)	0,005	0,010	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Magnesio (Mg)	0,02	0,05	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Magnesio Disuelto (Mg)	0,02	0,05	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Manganeso (Mn)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Manganeso Disuelto (Mn)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Mercurio (Hg)	0,00008	0,00010	mg/L	< 0,00008	05/12/2021
Mercurio Disuelto (Hg)	0,00008	0,00010	mg/L	< 0,00008	05/12/2021
Molibdeno (Mo)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Molibdeno Disuelto (Mo)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Níquel (Ni)	0,001	0,002	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Níquel Disuelto (Ni)	0,001	0,002	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Nitratos, (como N)	1,000	2,100	mg NO ₃ -N/L	< 1,000	05/12/2021
Nitratos, (como N)	0,005	0,050	mg NO ₃ -N/L	< 0,005	12/12/2021
Nitritos, (como N)	0,700	2,000	mg NO ₂ -N/L	< 0,700	05/12/2021
Nitritos, (como N)	0,001	0,006	mg NO ₂ -N/L	< 0,001	09/12/2021
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,010	mg NH ₃ -N/L	< 0,004	09/12/2021
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,010	mg NH ₃ -N/L	< 0,004	09/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
Nitrógeno Total	0,024	0,071	mg N/L	< 0,024	13/12/2021
Plata (Ag)	0,0001	0,0006	mg/L	< 0,0001	05/12/2021
Plata Disuelta (Ag)	0,0001	0,0006	mg/L	< 0,0001	05/12/2021
Plomo (Pb)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Plomo Disuelto (Pb)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Potasio (K)	0,04	0,30	mg/L	< 0,04	05/12/2021
Potasio Disuelto (K)	0,04	0,30	mg/L	< 0,04	05/12/2021
Selenio (Se)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Selenio Disuelto (Se)	0,002	0,005	mg/L	< 0,002	05/12/2021
Silicio (Si)	0,30	0,50	mg/L	< 0,30	05/12/2021
Silicio Disuelto (Si)	0,30	0,50	mg/L	< 0,30	05/12/2021
Sodio (Na)	0,20	0,50	mg/L	< 0,20	05/12/2021
Sodio Disuelto (Na)	0,20	0,50	mg/L	< 0,20	05/12/2021
Sulfatos, SO4-2	34,100	84,600	mg/L	< 34,100	05/12/2021
Talio (Tl)	0,0005	0,0010	mg/L	< 0,0005	05/12/2021
Talio Disuelto (Tl)	0,0005	0,0010	mg/L	< 0,0005	05/12/2021
Titanio (Ti)	0,005	0,010	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Titanio Disuelto (Ti)	0,005	0,010	mg/L	< 0,005	05/12/2021
Uranio (U)	0,0003	0,0005	mg/L	< 0,0003	05/12/2021
Uranio Disuelto (U)	0,0003	0,0005	mg/L	< 0,0003	05/12/2021
Vanadio (V)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Vanadio Disuelto (V)	0,001	0,003	mg/L	< 0,001	05/12/2021
Zinc (Zn)	0,02	0,03	mg/L	< 0,02	05/12/2021
Zinc Disuelto (Zn)	0,02	0,03	mg/L	< 0,02	05/12/2021

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
Aceites y Grasas	99,2	80-120	13/12/2021
Aceites y Grasas	99,9	80-120	13/12/2021
Aluminio (Al)	95,3	80-120	05/12/2021
Aluminio Disuelto (Al)	96,4	80-120	05/12/2021
Amoniaco	102,5	85-115	09/12/2021
Amoniaco	99,4	85-115	09/12/2021
Antimonio (Sb)	111,0	80-120	05/12/2021
Antimonio Disuelto (Sb)	109,0	80-120	05/12/2021
Arsénico (As)	107,0	80-120	05/12/2021
Arsénico Disuelto (As)	111,0	80-120	05/12/2021
Bario (Ba)	106,0	80-120	05/12/2021
Bario Disuelto (Ba)	103,0	80-120	05/12/2021
Berilio (Be)	104,6	80-120	05/12/2021
Berilio Disuelto (Be)	108,9	80-120	05/12/2021
Bismuto (Bi)	103,0	80-120	05/12/2021
Bismuto Disuelto (Bi)	99,9	80-120	05/12/2021
Boro (B)	102,0	80-120	05/12/2021
Boro Disuelto (B)	98,0	80-120	05/12/2021
Bromuro, Br-	89,9	80-120	05/12/2021
Cadmio (Cd)	105,2	80-120	05/12/2021
Cadmio Disuelto (Cd)	104,1	80-120	05/12/2021
Calcio (Ca)	101,6	80-120	05/12/2021
Calcio Disuelto (Ca)	98,9	80-120	05/12/2021
Cianuro Total	104,0	50-150	05/12/2021
Cianuro Total	101,3	80-120	05/12/2021
Cloruros, Cl-	93,7	80-120	05/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
Cobalto (Co)	105,4	80-120	05/12/2021
Cobalto Disuelto (Co)	102,5	80-120	05/12/2021
Cobre (Cu)	107,0	80-120	05/12/2021
Cobre Disuelto (Cu)	104,0	80-120	05/12/2021
Cromo (Cr)	105,0	80-120	05/12/2021
Cromo Disuelto (Cr)	103,0	80-120	05/12/2021
Demanda Química de Oxígeno	94,0	80-120	07/12/2021
Dureza Cálrica	103,0	80-120	05/12/2021
Dureza Magnésica	103,3	80-120	05/12/2021
Dureza Total	103,1	80-120	05/12/2021
Estaño (Sn)	106,0	80-120	05/12/2021
Estaño Disuelto (Sn)	102,0	80-120	05/12/2021
Estroncio (Sr)	106,0	80-120	05/12/2021
Estroncio Disuelto (Sr)	108,0	80-120	05/12/2021
Fluoruros, F-	86,8	80-120	05/12/2021
Fósforo (P)	106,0	80-120	05/12/2021
Fósforo Disuelto (P)	104,0	80-120	05/12/2021
Fósforo Total	92,6	50-150	13/12/2021
Fósforo Total	105,5	80-120	13/12/2021
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	113,5	71-124	03/12/2021
Hierro (Fe)	96,0	80-120	05/12/2021
Hierro Disuelto (Fe)	93,8	80-120	05/12/2021
Litio (Li)	100,0	80-120	05/12/2021
Litio Disuelto (Li)	105,0	80-120	05/12/2021
Magnesio (Mg)	102,3	80-120	05/12/2021
Magnesio Disuelto (Mg)	100,0	80-120	05/12/2021
Manganeso (Mn)	107,0	80-120	05/12/2021
Manganeso Disuelto (Mn)	106,0	80-120	05/12/2021
Mercurio (Hg)	89,4	80-120	05/12/2021
Mercurio Disuelto (Hg)	88,4	80-120	05/12/2021
Molibdeno (Mo)	109,0	80-120	05/12/2021
Molibdeno Disuelto (Mo)	105,0	80-120	05/12/2021
Níquel (Ni)	105,0	80-120	05/12/2021
Níquel Disuelto (Ni)	103,0	80-120	05/12/2021
Nitratos, (como N)	92,5	80-120	05/12/2021
Nitratos, (como N)	73,0	50-150	12/12/2021
Nitratos, (como N)	99,7	80-120	12/12/2021
Nitritos, (como N)	90,1	80-120	05/12/2021
Nitritos, (como N)	103,3	50-150	09/12/2021
Nitritos, (como N)	99,7	80-120	09/12/2021
Nitrógeno Amoniacal	102,5	85-115	09/12/2021
Nitrógeno Amoniacal	99,5	85-115	09/12/2021
Nitrógeno Total	108,3	50-150	13/12/2021
Nitrógeno Total	100,4	80-120	13/12/2021
Plata (Ag)	110,8	80-120	05/12/2021
Plata Disuelta (Ag)	108,8	80-120	05/12/2021
Plomo (Pb)	103,0	80-120	05/12/2021
Plomo Disuelto (Pb)	99,0	80-120	05/12/2021
Potasio (K)	109,4	80-120	05/12/2021
Potasio Disuelto (K)	107,5	80-120	05/12/2021
Selenio (Se)	105,0	80-120	05/12/2021
Selenio Disuelto (Se)	108,0	80-120	05/12/2021

INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
Silicio (Si)	101,6	80-120	05/12/2021
Silicio Disuelto (Si)	99,6	80-120	05/12/2021
Sodio (Na)	102,5	80-120	05/12/2021
Sodio Disuelto (Na)	102,0	80-120	05/12/2021
Sulfatos, SO ₄ -2	93,2	80-120	05/12/2021
Talio (Tl)	104,0	80-120	05/12/2021
Talio Disuelto (Tl)	99,0	80-120	05/12/2021
Titanio (Ti)	99,0	80-120	05/12/2021
Titanio Disuelto (Ti)	98,0	80-120	05/12/2021
Uranio (U)	106,5	80-120	05/12/2021
Uranio Disuelto (U)	103,4	80-120	05/12/2021
Vanadio (V)	104,0	80-120	05/12/2021
Vanadio Disuelto (V)	102,0	80-120	05/12/2021
Zinc (Zn)	100,0	80-120	05/12/2021
Zinc Disuelto (Zn)	100,0	80-120	05/12/2021

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
HB-R15-001	Cliente	Agua de Mar	02/12/2021	24/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-R12-001	Cliente	Agua de Mar	02/12/2021	24/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
20493	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado, 2019)	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
20501	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev.1 (Validado, 2019)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11585	LME	Cianuro Total (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado, 2019)	Water Quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA) - Part 2:Method using continuous flow analysis (CFA)
11585	LME	Cianuro Total (Skalar)*	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado, 2019)	Water Quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA) - Part 2:Method using continuous flow analysis (CFA)
23471	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 (Validado, 2021)	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
20239	LME	Dureza Total, Dureza Cálrica y Dureza Magnésica por Calculo	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 B, 23rd Ed. (2017) / EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) / (Validado Modificado, 2018)	Dureza total, dureza cálcica y dureza magnésica. Determinación por cálculo.



INFORME DE ENSAYO: 73545/2021

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
11599	LME	Fósforo Total (Skalar)*	ISO 15681-2:2018, Second edition (Validado Modificado, 2019)	Water quality - Determination of orthophosphate and total phosphorus contents by flow analysis (FIA and CFA) - Part 2: Method by Continuous flow analysis (CFA)
20488	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)*	EPA Method 8015C, Rev. 3, 2007 (Validado 2018)	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
20234	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
20236	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
10907	LME	Nitratos (Skalar)*	ISO 13395:1996, 1st. Ed. (Validado).2014	Water quality - Determination of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen and the sum of both by flow analysis (CFA and FIA)
10919	LME	Nitritos (Skalar)*	ISO 13395:1996, 1st. Ed. (Validado).2014	Water quality - Determination of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen and the sum of both by flow analysis (CFA and FIA)
13330	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniac	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia): Phenate Method.
23508	PER	Nitrógeno Orgánico Total - Tercerizado*	SM 4500-Norg B Organic Nitrogen / Macro-Kjeldahl Method	---
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)*	ISO 29441 1st. Ed. (Validado, 2019)	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 73545/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
HB-R15-001	662590/2021-1.0	unosprt&6095266
HB-R12-001	662591/2021-1.0	moosprt&6195266

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

PER: Análisis realizados en un laboratorio de ensayo externo y/o proporcionados por el cliente.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

"ISO": International Organization for Standardization.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.



INFORME DE ENSAYO: 73547/2021

Minera Panamá S.A.

Torre de Las Américas Torre A Nro. Piso 21 Punta Pacífica Ciudad de Panamá Panamá

Monitoreo Ambiental Noviembre 2021

Emitido por: Karin Zelada Trigos

Fecha de Emisión: 06/01/2022

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

División - Medio Ambiente



INFORME DE ENSAYO: 73547/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 24

N° ALS LS		662590/2021-2.0					
Fecha de Muestreo		24/11/2021					
Hora de Muestreo		12:23:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R15-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	22/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---

N° ALS LS		662591/2021-2.0					
Fecha de Muestreo		24/11/2021					
Hora de Muestreo		12:20:00					
Tipo de Muestra		Agua de Mar					
Identificación		HB-R12-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
021 ENSAYOS TERCERIZADOS							
Carbono Orgánico Disuelto	23384	22/12/2021	mg/L	0,50	1,00	< 5,00	---

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- En relación a la estimación de incertidumbre
 - +/-: Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
 - Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
 - El valor de estimación de la Incertidumbre indicado en las muestras del presente informe, corresponden solo a la etapa del análisis.
 - Si el valor de incertidumbre es expresado como:
 - = No cuenta con incertidumbre de la medición, por ser analizados por un laboratorio tercero y/o datos proporcionados por el cliente.
- Para el Parámetro Carbono Orgánico Disuelto, los Límites de Detección indicados se refieren al Límites de Detección del método; sin embargo los resultados están expresados en función al Límite de Reporte debido a la dilución (10) realizada a cada muestra.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
HB-R15-001	Cliente	Agua de Mar	02/12/2021	24/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
HB-R12-001	Cliente	Agua de Mar	02/12/2021	24/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente



INFORME DE ENSAYO: 73547/2021

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
23384	PER	Carbono Orgánico Disuelto - Tercerizado	SM 5310 B	Método de combustión a alta temperatura

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 73547/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
HB-R15-001	662590/2021-2.0	loosprt&6095266
HB-R12-001	662591/2021-2.0	noosprt&6195266

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

PER: Análisis realizados en un laboratorio de ensayo externo y/o proporcionados por el cliente.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

"ISO": International Organization for Standardization.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

Minera Panamá S.A.

Torre de Las Américas Torre A Nro. Piso 21 Punta Pacífica Ciudad de Panamá Panamá

Monitoreo Ambiental Noviembre 2021

Emitido por: Karin Zelada Trigos

Fecha de Emisión: 24/12/2021

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 25

N° ALS LS		662603/2021-1.0					
Fecha de Muestreo		24/11/2021					
Hora de Muestreo		12:23:00					
Tipo de Muestra		Sedimentos					
Identificación		SE-R15-001					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	< 0,03	NE
Cianuro Total*	13631	20/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	< 10	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)*	12890	05/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

662603/2021-1.0

24/11/2021

12:23:00

Sedimentos

SE-R15-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	7,3	1,3E-1
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	18,3	3,1E-1
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	66,5	1,1E+0
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	6,8	1,2E-1
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	1,1	9,8E-1
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	97,0	1,7E+0
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	92,8	1,6E+0
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	74,5	1,3E+0
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	8,0	1,4E-1
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	1,2	2,0E-2
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,2	9,8E-1
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	7,3	1,3E-1
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	91,6	1,6E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	1,1	9,8E-1
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES							
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	12109	3,1E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	16,1	5,8E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	11,5	1,8E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	31402	1,1E+3
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	29,9	3,9E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	20107	9,2E+2
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	566,2	4,3E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	5943	3,6E+2



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

662603/2021-1.0

24/11/2021

12:23:00

Sedimentos

SE-R15-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	255,6	1,6E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	4413	2,9E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	70,8	5,0E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	35,8	3,5E+0

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

662604/2021-1.0

24/11/2021

12:20:00

Sedimentos

SE-R12-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS							
Carbono Orgánico Total	13311	04/11/2021	%	0,03	0,08	0,05	NE
Cianuro Total*	13631	20/12/2021	mg/kg	0,25	2,50	< 0,25	---
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA							
Aceites y Grasas*	12886	12/12/2021	mg/kg	10	40	520	---
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)*	12890	05/12/2021	mg/kg	0,6	1,9	< 0,6	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Bifenilos Policlorados (PCBs)							
PCB 28	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 52	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 101	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00015	0,00135	< 0,00015	NE
PCB 118	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 153	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00017	0,00136	< 0,00017	NE
PCB 138	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB 180	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00019	0,00133	< 0,00019	NE
PCB Total	16985	03/12/2021	mg/kg	0,00095	0,00950	< 0,00095	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)							
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	12737	08/12/2021	mg/kg	1,0	6,8	< 1,0	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Pesticidas Organoclorados							
alfa-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
beta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Lindano (gamma-BHC)	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
delta-BHC	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0025	0,0100	< 0,0025	NE
Heptacloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Aldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Heptacloro Epóxido	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0022	0,0110	< 0,0022	NE
Endosulfan I	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
4,4'- DDE	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Dieldrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

662604/2021-1.0

24/11/2021

12:20:00

Sedimentos

SE-R12-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Endrin	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0019	0,0114	< 0,0019	NE
Endosulfan II	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDD	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Endrin Aldehído	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
4,4'- DDT	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
Endosulfan Sulfato	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0028	0,0112	< 0,0028	NE
Endrin Cetona	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0104	< 0,0013	NE
Metoxicloro	13345	05/12/2021	mg/kg	0,0016	0,0112	< 0,0016	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA - Pesticidas Organofosforados							
Dimetoato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Disulfoton	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Famfur	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Forato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Metil Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0013	0,0052	< 0,0013	NE
Paration	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
Sulfotep	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0006	0,0054	< 0,0006	NE
Tionazinón	12945	03/12/2021	mg/kg	0,0009	0,0054	< 0,0009	NE
007 ENSAYOS DE METALES - Análisis de tamaño de partículas de Suelos							
%Grava, pasando 75mm y retenida en malla N°4 (4.75mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Gruesa, pasando N°4 y retenido en N°10 (2.00mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	0,0	NE
%Arena Mediana, pasando N°10 y retenido en N°40 (0.425mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	12,3	4,1E-1
%Arena Fina, pasando N°40 y retenido en N°200 (0.075mm)*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	72,9	2,5E+0
%Tamaño Limo, 0.074 a 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	11,6	2,9E+0
%Tamaño Arcilla, mas pequeño que 0.005mm*	22101	12/12/2021	% Retenido	---	---	3,2	2,8E-1
75 mm (3 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
50 mm (2 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
37,5 (1,5 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
25 mm (1 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
19 mm (3/4 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
9,5 mm (3/8 pulg)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
4,75 mm (N°4)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
2,00 mm (N°10)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	100,0	NE
0,425 mm (N°40)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	87,7	2,9E+0
0,075 mm (N°200)*	22101	12/12/2021	% que Pasa	---	---	14,8	5,0E-1
Menores de 0,074 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	11,6	2,9E+0
Menores de 0,005 mm*	22101	12/12/2021	%	---	---	3,2	2,8E-1
% Grava*	22101	12/12/2021	%	---	---	0,0	NE
% Arena*	22101	12/12/2021	%	---	---	85,2	2,9E+0
% Limo*	22101	12/12/2021	%	---	---	11,6	2,9E+0
% Arcilla*	22101	12/12/2021	%	---	---	3,2	2,8E-1

007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP OES



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

662604/2021-1.0

24/11/2021

12:20:00

Sedimentos

SE-R12-001

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Plata (Ag)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,9	1,7	< 0,9	NE
Aluminio (Al)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	10,0	26306	4,5E+2
Arsenico (As)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,6	5,5	44,7	6,6E+0
Bario (Ba)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	1,0	15,5	2,1E+0
Berilio (Be)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Calcio (Ca)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,5	2,5	31804	1,2E+3
Cadmio (Cd)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,3	0,5	< 0,3	NE
Cobalto (Co)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	19,8	3,1E+0
Cromo (Cr)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	42,6	4,2E+0
Cobre (Cu)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,8	2,5	87,5	7,0E+0
Hierro (Fe)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,5	6,0	50710	1,2E+3
Potasio (K)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,5	10,0	1256	8,4E+1
Magnesio (Mg)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	17,0	17409	8,0E+2
Manganeso (Mn)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,0	10,0	690,5	2,7E+1
Molibdeno (Mo)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	3,0	< 0,6	NE
Sodio (Na)	10601	04/12/2021	mg/kg	12,0	20,0	6502	4,0E+2
Níquel (Ni)	10601	04/12/2021	mg/kg	1,0	2,0	< 1,0	NE
Plomo (Pb)	10601	04/12/2021	mg/kg	3,0	5,0	< 3,0	NE
Antimonio (Sb)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	10,0	< 4,0	NE
Selenio (Se)	10601	04/12/2021	mg/kg	2,2	10,0	< 2,2	NE
Talio (Tl)	10601	04/12/2021	mg/kg	4,0	9,0	< 4,0	NE
Vanadio (V)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,7	2,0	153,7	8,0E+0
Zinc (Zn)	10601	04/12/2021	mg/kg	0,6	2,0	98,4	6,2E+0

Observaciones

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- En relación a la estimación de incertidumbre
 - +/-: Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
 - Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
 - El valor de estimación de la Incertidumbre indicado en las muestras del presente informe, corresponden solo a la etapa del análisis.
 - Si el valor de incertidumbre es expresado como:
 - NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación/mayores al rango máximo de trabajo, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
 - = No cuenta con incertidumbre de la medición, por ser analizados por un laboratorio tercero y/o datos proporcionados por el cliente.
- Los resultados correspondientes al parámetro Granulometría son referenciales, debido a que el método ASTM D422-63 Rev.2007 sólo aplica para la matriz suelo.
- Los resultados de suelos, Lodos y sedimentos se expresan en base seca.



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
4,4'- DDD	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
4,4'- DDE	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
4,4'- DDT	0,0016	0,0112	mg/kg	< 0,0016	05/12/2021
Aceites y Grasas	10	40	mg/kg	< 10	12/12/2021
Aldrin	0,0022	0,0110	mg/kg	< 0,0022	05/12/2021
alfa-BHC	0,0019	0,0114	mg/kg	< 0,0019	05/12/2021
Aluminio (Al)	3,0	10,0	mg/kg	< 3,0	04/12/2021
Antimonio (Sb)	4,0	10,0	mg/kg	< 4,0	04/12/2021
Arsenico (As)	3,6	5,5	mg/kg	< 3,6	04/12/2021
Bario (Ba)	0,3	1,0	mg/kg	< 0,3	04/12/2021
Berilio (Be)	1,0	2,0	mg/kg	< 1,0	04/12/2021
beta-BHC	0,0028	0,0112	mg/kg	< 0,0028	05/12/2021
Cadmio (Cd)	0,3	0,5	mg/kg	< 0,3	04/12/2021
Calcio (Ca)	1,5	2,5	mg/kg	< 1,5	04/12/2021
Carbono Orgánico Total	0,03	0,08	%	< 0,03	04/11/2021
Cianuro Total	0,25	2,50	mg/kg	< 0,25	20/12/2021
Cobalto (Co)	1,0	2,0	mg/kg	< 1,0	04/12/2021
Cobre (Cu)	0,8	2,5	mg/kg	< 0,8	04/12/2021
Cromo (Cr)	1,0	2,0	mg/kg	< 1,0	04/12/2021
delta-BHC	0,0025	0,0100	mg/kg	< 0,0025	05/12/2021
Dieldrin	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Dimetoato	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Disulfoton	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Endosulfan I	0,0028	0,0112	mg/kg	< 0,0028	05/12/2021
Endosulfan II	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Endosulfan Sulfato	0,0028	0,0112	mg/kg	< 0,0028	05/12/2021
Endrin	0,0019	0,0114	mg/kg	< 0,0019	05/12/2021
Endrin Aldehído	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Endrin Cetona	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Famfur	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Forato	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	0,6	1,9	mg/kg	< 0,6	05/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	1,0	6,8	mg/kg	< 1,0	08/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	1,0	6,8	mg/kg	< 1,0	08/12/2021
Heptacloro	0,0013	0,0104	mg/kg	< 0,0013	05/12/2021
Heptacloro Epóxido	0,0022	0,0110	mg/kg	< 0,0022	05/12/2021
Hierro (Fe)	2,5	6,0	mg/kg	< 2,5	04/12/2021
Lindano (gamma-BHC)	0,0019	0,0114	mg/kg	< 0,0019	05/12/2021
Magnesio (Mg)	3,0	17,0	mg/kg	< 3,0	04/12/2021
Manganeso (Mn)	2,0	10,0	mg/kg	< 2,0	04/12/2021
Metil Paration	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Metoxicloro	0,0016	0,0112	mg/kg	< 0,0016	05/12/2021
Molibdeno (Mo)	0,6	3,0	mg/kg	< 0,6	04/12/2021
Níquel (Ni)	1,0	2,0	mg/kg	< 1,0	04/12/2021
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	0,0013	0,0052	mg/kg	< 0,0013	03/12/2021
Paration	0,0009	0,0054	mg/kg	< 0,0009	03/12/2021
PCB 101	0,00015	0,00135	mg/kg	< 0,00015	03/12/2021
PCB 118	0,00019	0,00133	mg/kg	< 0,00019	03/12/2021
PCB 138	0,00019	0,00133	mg/kg	< 0,00019	03/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Ensayo
PCB 153	0,00017	0,00136	mg/kg	< 0,00017	03/12/2021
PCB 180	0,00019	0,00133	mg/kg	< 0,00019	03/12/2021
PCB 28	0,00015	0,00135	mg/kg	< 0,00015	03/12/2021
PCB 52	0,00019	0,00133	mg/kg	< 0,00019	03/12/2021
PCB Total	0,00095	0,00950	mg/kg	< 0,00095	03/12/2021
Plata (Ag)	0,9	1,7	mg/kg	< 0,9	04/12/2021
Plomo (Pb)	3,0	5,0	mg/kg	< 3,0	04/12/2021
Potasio (K)	3,5	10,0	mg/kg	< 3,5	04/12/2021
Selenio (Se)	2,2	10,0	mg/kg	< 2,2	04/12/2021
Sodio (Na)	12,0	20,0	mg/kg	< 12,0	04/12/2021
Sulfotep	0,0006	0,0054	mg/kg	< 0,0006	03/12/2021
Talio (Tl)	4,0	9,0	mg/kg	< 4,0	04/12/2021
Tionazinón	0,0009	0,0054	mg/kg	< 0,0009	03/12/2021
Vanadio (V)	0,7	2,0	mg/kg	< 0,7	04/12/2021
Zinc (Zn)	0,6	2,0	mg/kg	< 0,6	04/12/2021

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
4,4'- DDD	90,7	63-134	05/12/2021
4,4'- DDE	105,4	63-134	05/12/2021
4,4'- DDT	82,6	63-134	05/12/2021
Aceites y Grasas	95	70-130	12/12/2021
Aceites y Grasas	93	70-130	12/12/2021
Aldrin	95,3	63-134	05/12/2021
alfa-BHC	95,6	63-134	05/12/2021
Aluminio (Al)	89,6	80-120	04/12/2021
Antimonio (Sb)	111,3	80-120	04/12/2021
Arsenico (As)	106,0	80-120	04/12/2021
Bario (Ba)	108,5	80-120	04/12/2021
Berilio (Be)	103,6	80-120	04/12/2021
beta-BHC	82,4	63-134	05/12/2021
Cadmio (Cd)	106,6	80-120	04/12/2021
Calcio (Ca)	104,0	80-120	04/12/2021
Carbono Orgánico Total	90,4	80-120	04/11/2021
Carbono Orgánico Total	97,8	80-120	04/11/2021
Cianuro Total	98,9	85-115	20/12/2021
Cobalto (Co)	112,9	80-120	04/12/2021
Cobre (Cu)	109,0	80-120	04/12/2021
Cromo (Cr)	111,0	80-120	04/12/2021
delta-BHC	109,9	63-134	05/12/2021
Dieldrin	104,0	63-134	05/12/2021
Dimetoato	96,2	69-133	03/12/2021
Disulfoton	102,5	69-133	03/12/2021
Endosulfan I	91,0	63-134	05/12/2021
Endosulfan II	82,1	63-134	05/12/2021
Endosulfan Sulfato	98,9	63-134	05/12/2021
Endrin	96,0	63-134	05/12/2021
Endrin Aldehído	82,2	63-134	05/12/2021
Endrin Cetona	81,4	63-134	05/12/2021
Famfur	106,3	69-133	03/12/2021
Forato	101,2	69-133	03/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	125,0	60-137	05/12/2021
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	112,7	72-130	08/12/2021



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Ensayo
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40)	109,9	71-128	08/12/2021
Heptacloro	113,7	63-134	05/12/2021
Heptacloro Epóxido	87,9	63-134	05/12/2021
Hierro (Fe)	105,0	80-120	04/12/2021
Lindano (gamma-BHC)	83,4	63-134	05/12/2021
Magnesio (Mg)	103,0	80-120	04/12/2021
Manganeso (Mn)	102,4	80-120	04/12/2021
Metil Paration	97,5	69-133	03/12/2021
Metoxicloro	103,2	63-134	05/12/2021
Molibdeno (Mo)	106,1	80-120	04/12/2021
Níquel (Ni)	103,2	80-120	04/12/2021
O,O,O-Trietil tiofósforo tioato	98,8	69-133	03/12/2021
Paration	96,2	69-133	03/12/2021
PCB 101	88,5	76-124	03/12/2021
PCB 118	90,4	76-124	03/12/2021
PCB 138	92,3	76-124	03/12/2021
PCB 153	87,4	76-124	03/12/2021
PCB 180	88,2	76-124	03/12/2021
PCB 28	97,9	76-124	03/12/2021
PCB 52	93,0	76-124	03/12/2021
PCB Total	91,1	76-124	03/12/2021
Plata (Ag)	94,1	80-120	04/12/2021
Plomo (Pb)	101,6	80-120	04/12/2021
Potasio (K)	100,6	80-120	04/12/2021
Selenio (Se)	115,1	80-120	04/12/2021
Sodio (Na)	93,2	80-120	04/12/2021
Sulfotep	102,5	69-133	03/12/2021
Talio (Tl)	87,5	80-120	04/12/2021
Tionazinón	103,8	69-133	03/12/2021
Vanadio (V)	107,5	80-120	04/12/2021
Zinc (Zn)	110,1	80-120	04/12/2021

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
SE-R15-001	Cliente	Sedimentos	02/12/2021	24/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
SE-R12-001	Cliente	Sedimentos	02/12/2021	24/11/2021	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
12886	LME	Aceites y Grasas*	EPA 9071B, Rev. 2 April 1998	n-hexane Extractable Material (HEM) for Sludge, Sediment and Solids Samples.



INFORME DE ENSAYO: 73549/2021

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
22101	LME	Análisis de tamaño de partículas de Suelos*	ASTM D422-63 (Reapproved 2007)	PARTICLE - SIZE ANALYSIS OF SOILS
16985	LME	Bifenilos Policlorados (PCBs)	EPA Method 8270 E Rev. 6 June. 2018	Semivolatile Organic Compounds By Gas Chromatography/Mass Spectrometry
13311	LME	Carbono Orgánico Total	NOM-021-SEMARNAT-2000; ítem 7.1.7 AS 07 2da Sección.2002. (Validado, 2019)	Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black)
13631	LME	Cianuro Total*	EPA 9010C, Rev. 3, November 2004 / EPA 9013A, Rev. 1, November 2004	Total and Amable Cyanide: Distillation . Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils
12890	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, C5-C10)*	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
12737	LME	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F2, C10-C28) (F3, C28-C40)	EPA METHOD 8015 C Rev. 03 February 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
10601	LME	Metales por ICP OES	EPA 3050 B, Rev. 2 December / EPA 6010 D Rev. 5. July. 2018	Acid Digestion of Sediments, sludges and soils / Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry
13345	LME	Pesticidas Organoclorados	EPA Method 8270 E Rev. 6 June. 2018	Semivolatile Organic Compounds By Gas Chromatography / Mass Spectrometry
12945	LME	Pesticidas Organofosforados	EPA Method 8270 E Rev. 6 June. 2018	Semivolatile Organic Compounds By Gas Chromatography / Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 73549/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
SE-R15-001	662603/2021-1.0	toosprt&6306266
SE-R12-001	662604/2021-1.0	uoosprt&6406266

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

"ISO": International Organization for Standardization.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.